ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **W. Vernadsky**, Correspondant pour la Section de Minéralogie, qui assiste à la séance.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le cinquantenaire de la prévention de la rage après morsure*. Note de M. **Félix Mesnil**.

Le 26 octobre 1885, il y a juste 50 ans, l'Académie entendait une Communication de Louis Pasteur, intitulée *Méthode pour prévenir la rage après morsure* (1). L'illustre savant faisait connaître les heureux résultats de la première application à l'homme de la vaccination antirabique. Cette Communication, qui est restée et restera célèbre dans les Annales de notre Compagnie, fut accueillie avec toute la considération qu'elle méritait. Après Pasteur, Vulpian « comme membre de la Section de Médecine et de Chirurgie », le baron Larrey, le président de l'Académie, H. Bouley, prirent la parole pour souligner la haute signification scientifique et humanitaire de la Communication qu'ils venaient d'écouter. Quatre mois plus tard, le 1er mars 1886, Pasteur présentait une nouvelle Note à l'Académie : *Résultats de l'application de la méthode pour prévenir la rage après morsure* (2); il en était alors au 350e traitement, lequel, pour une seule personne, s'était montré inefficace. Il s'agissait d'une petite fille de 10 ans,

---

(1) *Comptes rendus*, 101, 1885, p. 765-773.
(2) *Comptes rendus*, 102, 1886, p. 459-466.

profondément mordue au creux de l'aisselle et à la tête et qui n'avait été amenée au laboratoire de la rue d'Ulm que le 37e jour après ses blessures. « J'aurais dû, dit Pasteur, dans l'intérêt scientifique de la méthode, refuser de soigner cette enfant arrivée trop tard, dans des conditions exceptionnellement graves; mais, par un sentiment d'humanité et en face des angoisses des parents, je me serais reproché de ne pas tout tenter. »

C'est à la suite de cette seconde Communication, dont l'intérêt puissant fut souligné par le Président de l'Académie, l'amiral Jurien de la Gravière et par Vulpian, que prit corps l'idée d'un établissement vaccinal contre la rage; une commission, composée de MM. Gosselin, Vulpian, Marey, P. Bert, A. Richet, Charcot, Jurien de la Gravière, J. Bertrand, de Freycinet, fut nommée séance tenante. Telle fut l'origine de l'Institut Pasteur. J'ai pensé qu'il était bon, en ce jour anniversaire, de rappeler ces faits, qui sont à l'honneur de l'Académie et aussi de la Maison à laquelle j'appartiens depuis 43 ans et où j'ai été le dernier agrégé-préparateur de Pasteur.

L'Institut Pasteur n'a pas manqué de célébrer la commémoration de la découverte de son illustre fondateur. La cérémonie a eu lieu le 6 juillet dernier, date anniversaire de la première injection antirabique faite au jeune Meister, dont l'observation est l'objet de la Communication du 26 octobre. Cette cérémonie a été présidée par M. Lafont, Ministre de la Santé publique assisté de M. Charléty, recteur de l'Université de Paris, représentant M. le Ministre de l'Éducation nationale et de notre Secrétaire perpétuel, M. Lacroix, président du Conseil d'Administration de l'Institut Pasteur. M. Louis Martin, directeur de l'Institut Pasteur, le Dr Pasteur Vallery-Radot, le Dr Pierre Lépine, le Ministre enfin, ont marqué, dans leurs allocutions, l'importance de cette date du 6 juillet 1885, « la plus émouvante de l'œuvre pastorienne ».

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un numéro commémoratif sur la Rage que viennent d'éditer les *Annales de l'Institut Pasteur* et qui a vu le jour à la date anniversaire du 26 octobre. Il renferme le compte rendu de la cérémonie du 6 juillet, à laquelle tous nos Confrères avaient été conviés, suivi d'une série de mémoires qui montrent que, moins que jamais, l'Institut Pasteur, tant la Maison mère que ses filiales, n'a cessé d'étudier la Rage.

Des chiffres relevés par MM. Lépine et Cuveilhier, j'estime qu'il faut souligner que, du 6 juillet 1885 au 1er janvier 1935, 51057 personnes mordues ont été soumises à Paris au traitement pastorien; 151, c'est-à-dire

moins de 3 pour 1000, ont succombé à la rage; même, depuis 10 ans, sur près de 6000 traités, on a noté aucun insuccès. Ce chiffre de 51000 traitements ne représente qu'une partie des personnes traitées, car il y a maintenant des Instituts antirabiques dans toutes les régions du globe et, partout où l'on ne s'est pas écarté de la méthode tracée par Pasteur, on a eu des résultats comparables à ceux obtenus à la Maison mère.

BIOCHIMIE. — *Recherches sur les protéides de la cellule cancéreuse.* Note de MM. **Charles Achard** et **Maurice Piettre**.

Poursuivant nos recherches [1] sur les protéides entrant dans la constitution du protoplasma cellulaire, nous avons utilisé trois tumeurs cancéreuses du rein, dont deux massives (bœuf et cheval) et une nodulaire à centre légèrement ramolli (bœuf).

Il s'agissait dans tous ces cas, de sarcome polymorphe typique.

L'isolement du tissu cancéreux, dans chaque cas, a été fait avec un soin spécial pour éliminer toute trace du parenchyme rénal.

Un lavage rapide à l'eau distillée, suivi d'égouttage, a permis d'écarter autant que possible toute souillure d'origine sanguine.

I. La détermination de l'extrait sec, de l'humidité et des lipides a donné les résultats numériques suivants pour 100 :

	N° 1 (tumeur massive) bœuf.	N° 2 (tumeur nodulaire) bœuf.	N° 3 (tumeur massive) cheval.
Extrait sec	16,47	16,0	20,56
Humidité...............	85,53	84,0	79,44
Lipides	2,95	1,38	2,43

Les lipides étaient presque uniquement constitués par de la cholestérine dans le n° 2.

La recherche de glycogène et de sucre réducteurs sur 30g de matière a été négative.

Le traitement en vue de l'étude des protéines a été conduit par la même technique que pour la cellule hépatique, avec quelques différences de détail.

Pour chaque tumeur, 100g de tissu préalablement congelés sont broyés

---

(1) Ch. Achard et M. Piettre, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 363.

à cet état en chambre froide avec l'appareil Latapie. La pulpe additionnée d'un poids égal d'eau distillée est laissée 24 heures à 0°. Toute cette eau est absorbée et le mélange forme une pâte homogène visqueuse, de coloration légèrement rosée.

On passe à l'histoclaste, à deux reprises, et l'on rince l'appareil avec 50g d'eau. On obtient 200 à 230cm³ d'un produit semi-liquide dans lequel la très grande majorité des cellules cancéreuses sont éclatées.

Par congélations et décongélations successives, les matières en suspension floculent et l'eau se sépare. On filtre à froid, sur linge et l'on exprime le résidu pâteux.

Le filtrat rosé, nettement trouble, est alors à nouveau congelé, puis dégelé lentement et enfin centrifugé.

II. Il forme un volume d'environ 200cm³ d'un liquide presque clair contenant les *protéines dispersées dans l'eau*. La valeur du pH était respectivement : 6,83 (n° 1), 6,59 (n° 2) et 6,67 (n° 3).

La teneur en substances fixes des trois dispersions aqueuses étaient pour 100g de tumeur initiale :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Extrait sec total	5,33	6,25	5,85
Cendres	0,61	0,78	0,59
Na Cl	0,156	0,23	0,173

La séparation des protéines est obtenue par la technique habituelle : floculation des globulines en milieu acide (après détermination de l'optimum sur des essais préliminaires) suivie de précipitations acétoniques à froid jusqu'à élimination complète de ces substances, puis isolement de l'albumine par dessiccation sur vide sulfurique.

Voici les résultats rapportés à 100g de tissu initial :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Globuline par floculation acide	1,98	2,33	1,87
Globuline par précipitations acétoniques	0,79	1,82	0,75
Albumine	0,52	0,67	0,48

L'extrait acétonique aqueux obtenu après la première précipitation acétonique des globulines est une matière brunâtre contenant en particulier, outre les produits de déchets du métabolisme cellulaire, des *peptides* divers dont une partie cristallisable :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Extrait acétonique aqueux, total pour 100, de tissu cancéreux	2g,26	1g,78	2g,17
Acides amidés titrés au Sörensen	0g,67	0g,48	0g,57

Du bloc des protéides ne se dispersant pas dans l'eau, on a isolé avec NaCl à 10 pour 100 de très petites quantités d'une substance ayant les caractères de la myxoprotéine, et par épuisement avec HCl N/10, un protéide déjà signalé, contenant en moyenne 0,35 pour 100 de P organique, avec un rendement respectivement de : $0^g,67$, $0^g,83$ et $1^g,19$.

III. L'albumine a donné lieu à des constatations particulièrement intéressantes. Mêmes caractères physiques que la sérum-albumine et composition sensiblement identique pour 100, après dessiccation à 105-107° :

C.		H.		N.		S.		Ca.
49,3	49,7	7,3	7,28	15,5	15,76	1,5	1,48	0,4

Elle en diffère notablement par la grosseur de sa molécule.

M. A. Boutaric ([1]) a en effet montré, en appliquant sa technique de l'adsorption vis-à-vis du charbon pur par les mesures de la tension superficielle, que les particules de l'albumine des tissus cancéreux sont beaucoup plus petites que celles de la sérum-albumine. Tandis qu'il faut $81^{mg},1$ de charbon pour absorber 1^{mg} de celle-ci, il a fallu $169^{mg},60$ pour 1^{mg} d'albumine de la tumeur n° 1, et $213^{mg},4$ pour la tumeur n° 2.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher cette diminution de la masse moléculaire d'un autre fait bien connu, la proportion plus élevée de l'eau dans les tissus jeunes, en croissance.

On peut aussi penser que la rapidité avec laquelle se fait, dans les tissus cancéreux, le *processus synthétique des protéines, ne permet qu'une polymérisation plus faible de ces substances.*

GÉODÉSIE. — *Nouvelle liaison gravimétrique de stations de référence européennes; établissement d'une base à l'Observatoire du Pic du Midi.* Note ([2]) de M. **Pierre Lejay**, présentée par M. Georges Perrier.

Au cours d'un voyage en Europe centrale, j'ai pu déterminer, en onze stations servant de base à des réseaux importants, la période de deux gravimètres : le premier (n° 42) est celui qui m'a servi en Extrême-Orient et en France : le second (n° 518), récemment achevé par M. Holweck, n'avait pas encore été utilisé.

([1]) A. Boutaric, *Protoplasma*, **18**, 1933, p. 294.

([2]) Séance du 14 octobre 1935.

Pour le pendule 42, les périodes observées en chaque station ont été ramenées à la température de 18°,5, au moyen des tables de corrections établies autrefois par de nombreuses mesures et qui présentent toute sécurité. Aucune autre correction n'a été appliquée, car ce pendule, parfaitement stabilisé, n'a été sujet à aucune variation au cours du voyage.

Pour le pendule 518 au contraire, des mesures effectuées à Paris entre 9° et 32° ont montré que, entre ces limites, la période n'était pas affectée par les changements de température : aucune correction de température ne lui a donc été appliquée. Par contre l'élasticité de la lame a légèrement varié, de façon continue, depuis l'achèvement de l'instrument. Des mesures avant et après notre campagne ont permis de déterminer avec précision la correction correspondante (0,4 milligal par jour).

Portant, pour chaque station, ces valeurs corrigées de la période des pendules, dans la relation élémentaire $g = g_0 - k/T^2$, nous avons déterminé les constantes g_0 et k; nous avons été conduit à adopter : pour le pendule 42, $g = 986,5387 - 227,49/T^2$; pour le pendule 518, $g = 984,4158 - 140,61/T^2$.

Le tableau ci-après donne pour chaque station : le nom de la station; la période de chaque pendule, corrigée comme il a été dit, l'un pour la température, l'autre de la correction séculaire; les valeurs g déduites des formules précédentes; les valeurs g_1 adoptées antérieurement par d'autres observateurs; les différences $g - g_1$ pour chacun des pendules et pour la moyenne des valeurs données par les deux instruments.

De l'examen des résultats, nous concluons que :

1° les rattachements antérieurs de toutes ces bases sont excellents;

2° pour les 4 stations polonaises, il convient de conserver les valeurs antérieures, ici adoptées, provenant d'un rattachement de Cracovie à Vienne; la correction actuellement discutée (2,7 milligals) par les géodésiens, polonais à la suite d'une liaison Varsovie Potsdam ne semble pas justifiée;

3° la valeur adoptée pour Paris, $g = 980,943$, n'est pas éloignée de la valeur réelle : nous trouvons en effet $g = 980,9432$, alors que M. Holweck avec deux autres pendules avait trouvé $g = 980,9442$ et M. Nörlund, également avec deux gravimètres, $g = 980,9441$;

4° lorsque les instruments ne subissent pas de perturbation en cours d'opération, on peut obtenir, avec deux instruments seulement, une précision qui dépasse largement le milligal. L'erreur moyenne de nos déterminations n'est en effet que de 0,3 milligal, de l'ordre de grandeur de l'action luni-solaire que nous avons négligée.

Stations.	T_{42}.	T_{518}.	g_{42}.	g_{518}.	g_1.	Δ_{42}.	Δ_{518}.	Δ_m.
Lyon........	–	6,087	–	980,6208	980,619	–	–	–
Genève.......	6,1798	–	980,5819	–	–	−0,1	–	+0,4
»	–	6,0568	–	980,5829	980,582	–	+0,9	
Lausanne......	–	6,0645	–	980,5925	980,589	+3,5	–	–
Bâle (¹)......	6,2779	–	980,7666	–	980,7655	+1,1	–	–
PARIS.........	6,3753	–	980,9416	–	–	−1,4	–	0
»	–	6,3645	–	980,9445	980,943	–	+1,5	
Potsdam......	6,5743	–	981,2753	–	–	−0,1	–	−0,2
»	–	6,6910	–	981,2750	981,2754	–	−0,4	
Varsovie......	6,5531	–	981,2412	–	–	0	–	−0,3
»	–	6,6545	–	981,2406	981,2412	–	+0,6	
Borowa Góra...	6,5692	–	981,2672	–	–	+0,8	–	0
» ...	–	6,6795	–	981,2656	981,2664	–	−0,8	
Przemysl (²)...	6,3988	–	980,9827	–	–	−1,0	–	−0,7
» ...	–	6,4030	–	980,9861	980,9837	–	+2,4	
Cracovie......	6,4404	–	981,0542	–	–	+0,2	–	−0,3
»	–	6,4665	–	981,0531	981,054	–	−0,9	
Vienne........	6,3266	–	981,8551	–	–	+1,1	–	−0,3
»	–	6,2815	–	980,8522	980,854	–	−1,8	
Bâle (³)......	6,2765	–	980,7640	–	–	0	–	+0,4
»	–	6,2060	–	980,7649	980,764	–	+0,9	
PARIS.........	6,3753	–	980,9416	–	–	−1,4	–	+0,3
»	–	6,3650	–	980,9450	980,943	–	+2,0	
						$\Delta_m = 1,0$	$\Delta_m = 1,1$	$\Delta_m = 0,3$

Il faut noter qu'au cours de nos voyages aucune précaution spéciale n'avait été prise : le peu de temps dont nous disposions nous imposait de faire, malgré les distances, une station par jour, et les instruments ont dû en une occasion, être transportés sur une dizaine de kilomètres dans un chariot de paysan où ils furent violemment secoués.

II. *Détermination de la valeur de la gravité à l'Observatoire du Pic du Midi.* — Les deux gravimètres ont été transportés au Pic du Midi en vue d'y déterminer une valeur qui puisse être utilisée pour l'étalonnage d'autres instruments. Le pendule 42 a donné à son retour à Paris la même valeur qu'au départ, mais le pendule 518 a subi une altération correspondant à 10 milligals environ. Les valeurs conclues pour le Pic du Midi, sans

(¹) Cave du séismographe.

(²) Station troublée par des microséismes.

(³) Abri de la lunette méridienne.

application au pendule 518 d'aucune correction, nous donnant cette même différence, nous pensons que nous pouvons lui appliquer en toute sécurité la correction séculaire trouvée à Paris au retour. On obtient alors :

Pendule 42 : $T=5,7885$; $g=979,7493$
Pendule 518 : $T=5,4880$; $g=979,7471$

Nous adoptons la valeur moyenne : $g=979,7482$. Il faut remarquer que ces nombres sont le résultat d'une extrapolation de la courbe de sensibilité des pendules, tracée entre Potadam et Genève (soit de 981,275 à 980,582), extrapolation qui s'étend jusque 979,748, soit sur une longueur égale à la distance des points extrêmes déterminant la courbe.

La précision des mesures précédentes nous porte à croire que la valeur obtenue au Pic du Midi doit être exacte à 2 ou 3 milligals près.

NOMINATIONS.

M. Louis Lapicque est désigné pour représenter l'Académie à la séance solennelle qui se tiendra le 19 novembre 1935 à l'Université de Liége, et qui sera consacrée à la mémoire du baron Léon Fredericq, ancien Correspondant de l'Académie.

ÉLECTIONS.

M. Pierre Lejay est élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation par 40 suffrages contre 1 à M. *Jean Laborde* et 1 à M. *Frédéric Marguet*.

CORRESPONDANCE.

M. Paul Wintrebert prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par le décès de M. *Louis Joubin*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Charles Perrier. *Le menton et ses rapports avec le visage, le front, le nez et la bouche.*

ALGÈBRE. — *Structure des fractions rationnelles et autoprojections des recouvrements topologiques.* Note de M. **Frédéric Marty**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Soit un complexe $\widetilde{K}$ recouvrement topologique d'un complexe K. Nous supposons $\widetilde{K}$ sans frontière relative. Soient alors $\widetilde{P}_i$ et $\widetilde{P}_j$ deux points superposés de $\widetilde{K}$, et M un point arbitraire. Joignons $\widetilde{P}_i M$ par un chemin arbitraire, il part de $\widetilde{P}_j$ un chemin qui a même projection, $\widetilde{P}_j N$. N n'est en général pas défini d'une manière univoque.

Si N est toujours bien défini, il est classique que le recouvrement est régulier et que la correspondance MN est une correspondance (1, 1) de $\widetilde{K}$ sur lui-même; ces correspondances forment le groupe des autoprojections; il est réciproque isomorphe du groupe de monodromie du recouvrement.

Dans le cas général, la correspondance MN est une correspondance $(1, k)$ où k est fixe mais peut être infini. La notion d'hypergroupe ([1]) permet d'obtenir les résultats suivants :

a. les autoprojections d'un recouvrement constituent un hypergroupe;

b. cet hypergroupe est réciproque isomorphe du quotient du groupe de monodromie par son sous-groupe de primitivité;

c. cet hypergroupe n'est un groupe que si le recouvrement est régulier.

2. Soit une fraction rationnelle $R(z)$. L'équation $R(z_2) = R(z_1)$ définit un ensemble de fonctions algébriques constituant un hypergroupe. Tout hypergroupe fini de fonctions algébriques peut s'obtenir ainsi. Cet hypergroupe est identique à l'hypergroupe des autoprojections de la surface de Riemann de la fonction inverse de R.

Pour que R puisse s'écrire sous la forme $R_1[R_2]$, où R_1 et R_2 sont rationnels non homographiques, il faut et suffit que l'hypergroupe de R contienne un sous-hypergroupe, qui sera l'hypergroupe de R_2. Au moyen des lemmes sur les hypergroupes quotients, on obtient alors :

([1]) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 636.

Soient R une fraction rationnelle, G son groupe de monodromie, g un sous-groupe de primitivité de G. A chaque manière d'écrire R sous la forme

$$R = R_1[R_2(\ldots R_n)]$$

correspond une suite de groupes

$$G \supset \ldots \supset g_i \supset \ldots \supset g,$$

dont chacun est sous-groupe du précédent, la longueur étant n, et l'indice d'un échelon égal au degré de la fraction rationnelle composante de même rang.

Attendu qu'on sait construire une fraction rationnelle ayant un groupe de monodromie donné, il y a lieu de considérer comme théoriquement résolue par cette méthode la construction de tous les types de structure des fractions rationnelles.

3. Soient toujours R et R_i des fractions rationnelles, mais prenons comme corps de coefficients un corps quelconque au lieu du corps de tous les nombres complexes.

Le corps de toutes les fonctions rationnelles de R est sous corps du corps de toutes les fractions rationnelles. Cette extension est algébrique. Les décompositions de R et les chaînes de corps intermédiaires se correspondent biunivoquement. Par la théorie de Galois on a donc un critère identique au précédent, à cela près que G devient le groupe de Galois de l'extension.

Mais d'une part l'identité réciproque du groupe de Galois et du groupe de monodromie n'est connue que dans des cas particuliers (extensions galoisiennes, correspondant au cas des surfaces de Riemann régulières). D'autre part on ne sait pas dans le cas général construire une extension de groupe de Galois donné à l'avance.

4. Les considérations exposées ci-dessus, outre leur intérêt propre, constituent un exemple précis de dualité dans un problème de géométrie algébrique, dont une étude systématique permettra sans doute des progrès dans la théorie générale des transformations non birationnelles de variétés, par extension et traduction de la théorie de Galois et de la théorie de Hilbert.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la notion de distance.* Note [1] de M. **Jean Le Roux.**

Dans la théorie de Lie les groupes afférents aux divers systèmes de géométrie satisfont à la condition suivante : *Tout système de deux points admet un invariant indépendant et un seul; un système comprenant plus de deux points n'admet pas d'invariant essentiel.*

Les notions de distance et d'invariant ne sont pas identiques, car toute fonction d'un invariant est aussi un invariant, ce qui n'a pas lieu pour la distance.

D'autre part la possibilité de mesurer la distance, dans la géométrie euclidienne, repose sur une propriété des distances mutuelles de trois points quelconques P_1, P_2, P_3 situés en ligne droite,

$$\overline{P_1P_3} = \overline{P_1P_2} + \overline{P_2P_3}.$$

Cette propriété d'addition n'a pas lieu pour toutes les formes d'invariant.

Il est cependant possible de déduire de la théorie des groupes une définition analytique de la distance.

A cet effet il faut d'abord généraliser, sous forme invariante, la définition de l'alignement de trois points.

Je me borne à la géométrie à trois dimensions. Le groupe est alors à six paramètres.

Pour un système de trois points, la matrice formée par les coefficients des transformations infinitésimales comprend six lignes et neuf colonnes. Elle est en général de rang *six*. Mais le rang s'abaisse à *cinq* s'il existe dans le groupe une transformation infinitésimale à un paramètre qui laisse fixes les trois points considérés.

Dans les groupes primitifs satisfaisant aux conditions de Lie, le lieu des points qui restent immobiles par une même transformation infinitésimale est une ligne, droite ou courbe, que nous appellerons une pseudo-droite. Cette ligne généralise la droite euclidienne, considérée comme axe de rotation.

La condition pour que trois points P_1, P_2, P_3 appartiennent à une même pseudo-droite s'exprime par un système d'équations entre les neuf

---

[1] Séance du 21 octobre 1935.

coordonnées. Ce système est invariant par le groupe et se réduit à deux relations distinctes.

Tenant compte de ces relations, le nombre des coordonnées indépendantes servant à définir la position d'un système de trois points alignés sur une même pseudo-droite se ramène à *sept*. La matrice étant de rang *cinq*, le nombre des invariants indépendants du système se réduit à *deux*.

Nous allons déduire de cette propriété la définition analytique de la distance.

Soit u_{ik} une forme de l'invariant de deux points P_i et P_k. Aux trois points P_1, P_2, P_3, correspondent les invariants u_{12}, u_{13}, u_{23}. Si les points sont alignés sur une même pseudo-droite, les trois invariants ne sont pas indépendants; il existe entre eux une relation $F(u_{12}, u_{13}, u_{23}) = 0$, qui est une conséquence des deux relations distinctes existant entre les neuf coordonnées.

Soit

$$u_{23} = f(u_{12}, u_{13}). \tag{1}$$

Exprimons la position d'un point P sur la pseudo-droite en fonction d'un paramètre t. On a alors $u_{ik} = \varphi(t_i, t_k)$.

Différentions, dans ces conditions, l'équation (1) par rapport à t_1. On trouve

$$\frac{\partial f}{\partial u_{12}} \frac{\partial u_{12}}{\partial t_1} + \frac{\partial f}{\partial u_{13}} \frac{\partial u_{13}}{\partial t_1} = 0. \tag{2}$$

Les dérivées partielles $\partial u_{12}/\partial t_1$, $\partial u_{13}/\partial t_1$ ne sont pas en général des invariants; mais, d'après l'équation (2), leur rapport est invariant.

La relation $u_{12} = \varphi(t_1, t_2)$ définit t_2 en fonction de t_1 et de u_{12}. Portons cette valeur de t_2 dans l'expression de la dérivée calculée $\partial u_{12}/\partial t_1$; le résultat s'exprime alors en fonction de t_1 et de u_{12} :

$$\frac{\partial u_{12}}{\partial t_1} = \psi(t_1, u_{12}).$$

On aurait de même

$$\frac{\partial u_{13}}{\partial t_1} = \psi(t_1, u_{13}).$$

Le rapport de ces deux fonctions étant indépendant de t_1 ne change pas quand on y remplace t_1 par une constante arbitraire t_1^0.

Posons

$$\psi(t_1^0, u_{12}) = \theta(u_{12}), \qquad \psi(t_1^0, u_{13}) = \theta(u_{13}).$$

L'équation (2) prend alors la forme suivante :

$$(3) \qquad \theta(u_{12})\frac{\partial f}{\partial u_{12}} + \theta(u_{13})\frac{\partial f}{\partial u_{13}} = 0.$$

L'équation (3) exprime que la formule (1) définit un groupe de transformations à un paramètre et à une coordonnée, quand on y considère u_{13} comme la coordonnée, u_{12} comme un paramètre et u_{23} comme la coordonnée transformée de u_{13}. Cette formule peut donc se ramener par un changement de variables à la forme normale

$$(4) \qquad v_{23} = v_{13} - v_{12}.$$

Il suffit de poser à cet effet

$$dv_{ik} = \frac{du_{ik}}{\theta(u_{ik})},$$

et d'y adjoindre la condition initiale $v_{ii} = 0$.

L'invariant v_{ik} définit la distance $\overline{P_i P_k}$ à un facteur constant près.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les corps convexes admettant un domaine vectoriel donné.* Note de M. **M. Paul Vincensini**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Étant donné un corps convexe quelconque C de l'espace euclidien E_n, menons, par un point fixe O, des vecteurs équipollents aux vecteurs déterminés par deux points quelconques de C; les extrémités des vecteurs obtenus remplissent une certaine région R de l'espace dite (Rademacher) *domaine vectoriel* de C. R est convexe et admet O pour centre de symétrie. Des relations intéressantes entre un corps convexe et son domaine vectoriel ont été données par différents auteurs, notamment par MM. Rademacher, Estermann et Ganapathi. J'étudie ici le problème suivant : *un corps convexe doué d'un centre de symétrie*, R, *étant donné* a priori, *trouver les corps convexes qui l'admettent pour domaine vectoriel.* C'est le problème des corps d'épaisseur constante lorsque R est une sphère de E_n.

Je me placerai dans le plan; et je supposerai la frontière de R douée d'une tangente continue, la courbure de la frontière ayant en chaque point une valeur finie; mais la construction obtenue s'étend à E_n pourvu que l'on admette la même régularité à la frontière.

2. Considérons deux corps convexes F_1 et F_2 d'un même plan; on sait

qu'ils déterminent une série linéaire de corps convexes, dont les éléments extrêmes sont F_1 et F_2. Si D_1 et D_2 sont deux droites d'appui de F_1 et F_2, parallèles et également situées, chaque corps de la série linéaire précédente est enveloppé par une droite D, parallèle à D_1 et D_2, située entre D_1 et D_2, et telle que le rapport de ses distances à D_1 et D_2 soit un nombre fixe $\lambda\,(0 \leqq \lambda \leqq +\infty)$. Nous représenterons les différents corps de la série par la notation $S_\lambda(F_1, F_2)$.

Si Γ_1 et Γ_2 sont les domaines vectoriels de F_1 et F_2, on vérifie sans peine que le domaine vectoriel du corps $S_\lambda(F_1, F_2)$ est $S_\lambda(\Gamma_1, \Gamma_2)$.

Nous dirons d'autre part que la série linéaire définie par deux corps convexes quelconques F_1 et F_2 est *prolongeable dans le sens* $F_1 \rightarrow F_2$, s'il existe des corps convexes F_3 tels que l'on ait

$$F_2 = S_\mu(F_1, F_3). \tag{1}$$

Si (1) a lieu quel que soit $\mu\,(>0)$, nous dirons que la série est *indéfiniment prolongeable* dans le sens $F_1 \rightarrow F_2$. En général une série linéaire est prolongeable dans les deux sens, mais elle ne peut être indéfiniment prolongeable que dans un sens au plus (sauf dans le cas évident où F_1 et F_2 se déduisent l'un de l'autre par translation). Le prolongement indéfini dans le sens $F_1 \rightarrow F_2$ est possible si, en deux points d'appui homologues de F_1 et F_2, la courbure de la frontière de F_1 est *supérieure* à celle de la frontière de F_2. Cette remarque permet de construire des séries linéaires indéfiniment prolongeables.

3. Cela étant, donnons-nous un corps convexe fermé Δ, doué d'un centre de symétrie et dont la frontière admet en chaque point une courbure finie. Les remarques du numéro précédent conduisent à la construction suivante des corps convexes admettant Δ pour domaine vectoriel.

Soit F un corps convexe de forme *arbitraire*, contruisons son domaine vectoriel Φ; en soumettant au besoin F et Φ à une homothétie, nous pouvons supposer, qu'aux points d'appui de deux tangentes parallèles et également situées de Φ et Δ, la courbure de la frontière de Φ est supérieure à celle de Δ.

La série linéaire déterminée par Φ et Δ est indéfiniment prolongeable dans le sens $\Phi \rightarrow \Delta$. Contruisons un corps Γ tel que $\Delta = S_\mu(\Phi, \Gamma)$ $(\mu > 0)$, et prenons l'homothétique C de Γ dans une homothétie de rapport 1/2. Le corps D tel que $D = S_\mu(F, C)$ *admet* Δ *pour domaine vectoriel.*

On constate aisément qu'en faisant varier arbitrairement le corps convexe F qui est à l'origine de la construction précédente, on obtient *tous les corps convexes admettant* Δ *pour domaine vectoriel.*

Si l'on choisit pour F un cercle, on trouve, en particulier, les orbiformes de M. Lebesgue.

Une étude plus détaillée sur les domaines vectoriels des corps convexes paraîtra dans un autre Recueil.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les surfaces développables inflexionnelles des complexes de droites.* Note de M. **Paul Mentré**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Rappelons d'abord certaines propriétés infinitésimales trouvées par Kœnigs.

Donnons-nous un complexe non spécial et non linéaire Γ, engendré par une droite R qui dépend de trois paramètres p_1, p_2, p_3. Les déplacements infiniment petits sur les développables du complexe satisfont à une équation de Monge $G(dp_1, dp_2, dp_3) = 0$. Les déplacements infiniment petits tels que trois génératrices successives soient situées dans l'un des complexes linéaires tangents satisfont à une équation de Monge

$$M(dp_1, dp_2, dp_3) = 0.$$

L'ensemble des deux équations $G = 0$, $M = 0$, définit quatre familles de développables remarquables. Par chaque génératrice R passent quatre telles développables; le point qui décrit l'arête de rebroussement sur une de ces développables est l'un des quatre foyers inflexionnels, c'est-à-dire l'un des quatre points pour lesquels la droite R est une génératrice d'inflexion du cône du complexe [1].

Nous appellerons *développables inflexionnelles* ces surfaces.

2. Il arrive que l'on puisse découper dans un complexe Γ des congruences exceptionnelles dont les surfaces développables appartiennent à deux des quatre familles de développables inflexionnelles; nous dirons que ces congruences sont inflexionnelles dans le complexe Γ.

Les congruences inflexionnelles sont donc telles que par une génératrice R passent deux développables inflexionnelles; de plus il passe une surface Σ principale dans Γ. Ces congruences sont osculées par un complexe linéaire γ tangent à Γ et stationnaire dans Γ; ce sont en général des congruences W à complexe linéaire osculateur dépendant de deux para-

---

[1] G. Kœnigs, *Thèse*, Paris, 1882, p. 120.

mètres. Lorsque la génératrice R décrit la surface Σ, la congruence linéaire caractéristique de γ admet deux directrices confondues avec la génératrice.

Il convient de remarquer à ce sujet que dans une congruence W, il existe en général ∞^1 surfaces remarquables telles que le complexe linéaire osculateur ait une caractéristique dégénérée. Avec les notations de mon Mémoire sur les congruences W ([1]), ces surfaces (qui pourraient s'appeler *surfaces principales*) sont fournies par l'équation différentielle

$$\lambda_1 \omega_1 + \lambda_2 \omega_3 = 0.$$

3. Certains complexes remarquables peuvent se décomposer de six manières différentes en ∞^1 congruences inflexionnelles; ces six manières correspondent aux six différents choix de deux foyers inflexionnels parmi les quatre foyers inflexionnels de Γ. Ces complexes dépendent de six fonctions arbitraires d'un argument et sont précisément ceux qui sont projectivement applicables sur le complexe linéaire.

En transposant l'espace projectif réglé dans l'espace conforme à quatre dimensions, ces complexes se transforment dans les hypersurfaces conformément applicables sur une hypersphère.

Les considérations précédentes permettent ainsi de traduire dans un langage assez simple de beaux théorèmes découverts par M. Cartan sur la déformation conforme ([2]).

4. Les congruences qui peuvent servir de congruences inflexionnelles d'un complexe projectivement applicable sur un complexe linéaire ne dépendent que de cinq fonctions arbitraires d'un argument.

Lorsqu'une telle congruence cesse d'être une congruence W tout en admettant deux nappes focales, l'une de ces nappes dégénère en une courbe plane tandis que l'autre nappe focale dégénère en un cône, à moins qu'il ne s'agisse d'une congruence linéaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières.*

Note de M. D. Toïdzé, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soient

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n z^n \tag{1}$$

([1]) Paul Mentré, *Bull. Soc. math. Fr.*, 51, 1923, p. 202-212.

([2]) E. Cartan, *Bull. Soc. math. Fr.*, 45, 1917, p. 88-92.

une fonction entière d'ordre fini ρ, $M(r)$ le maximum de $|f(z)|$ et $\mu(r)$ le module maximum des termes du développement (1) pour $|z|=r$. Il est connu que la croissance de $M(r)$ pour $r \to \infty$ est la même que celle de $\mu(r)$ $[\log M(r) : \log \mu(r) \to 1]$ (¹).

Envisageons au lieu de la croissance de $M(r)$ celle de $|f(re^{i\varphi})|$ ($\varphi = \text{const.}$) et comparons celle-ci avec la croissance de la fonction $\mu(r, \varphi)$ définie comme il suit. Si l'on considère au lieu de la série (1) une série de polynome $\Delta_k(z)$ formés par les termes consécutifs de (1), alors $\mu(r, \varphi)$ désigne le module maximum des Δ_k pour $z = re^{i\varphi}$. On peut énoncer les résultats suivants, se rapportant à cette question.

1. Supposons que le développement d'une fonction entière d'ordre fini ρ

$$(2) \qquad f(z) = \sum_{\mu=0}^{\infty} c_\mu z^{\lambda_\mu}$$

contient des lacunes telles que, pour une certaine suite $\mu = \mu_k$ $(k = 1, 2, \ldots)$, on a

$$(3) \qquad \lambda_{\mu_{k+1}} > \lambda_{\mu_k}^{1+\vartheta},$$

ϑ étant une certaine constante positive. Les Δ_k seront ici les polynomes contenus entre deux lacunes consécutives. On peut démontrer que, si l'ordre de la croissance de $|f(re^{i\varphi})|$ pour $r \to \infty$ et $\varphi = \alpha = \text{const.}$ est $< \rho$, alors l'ordre de la croissance de $\mu(r, \alpha)$ sera également $< \rho$. Inversement, supposons que le développement d'une fonction entière (1) est décomposé en polynomes $\Delta_k(z)$ d'une façon arbitraire et admettons que, dans une certaine direction ($\varphi = \alpha$), l'ordre de la croissance de $\mu(r, \varphi)$ est $< \rho$. On peut alors démontrer que la fonction (1) est une somme $f_1(z) + f_2(z)$ de fonctions entières, le développement de $f_1(z)$ contenant des lacunes satisfaisant à la condition (3), tandis que l'ordre de $f_2(z)$ est $< \rho$.

2. Considérons ensuite la fonction entière $f(z)$ du type moyen σ de l'ordre ρ. Supposons que son développement

$$(4) \qquad f(z) = \sum_{M=0}^{\infty} c_M z^{\lambda_\mu},$$

contient des lacunes telles, que pour une certaine suite $\mu = \mu_k$ $(k = 1, 2, \ldots)$,

(¹) G. Valiron, *Bull. Soc. math. Fr.*, 42, 1914, p. 247-522.

on a

$$\lambda_{\mu_{k+1}} > (1+\mathfrak{S})\lambda_{\mu_k}, \tag{5}$$

$\mathfrak{S}$ étant une certaine constante positive. Prenons pour $\Delta_k(z)$ les polynomes contenus entre deux lacunes consécutives. On peut démontrer que, si la croissance de $|f(re^{i\varphi})|$ (pour $\varphi = \alpha = \text{const.}$) est au plus du type $< \sigma$ de de l'ordre ρ, alors la croissance de $\mu(r, \alpha)$ sera également au plus du type $< \sigma$ de l'ordre ρ. Posons comme au n° 1, la question inverse. Décomposons le développement d'une fonction $f(z)$ entière du type moyen σ de l'ordre ρ en polynomes $\Delta_k(z)$ d'une façon arbitraire. Admettons que dans une certaine direction ($\varphi = \alpha$) la croissance de $\mu(r, \varphi)$ est au plus du type $< \sigma$ de l'ordre ρ. On arrive alors à la conclusion que la fonction $f(z)$ est la somme $f_1(z) + f_2(z)$ de fonctions entières, le développement de $f_1(z)$ contenant des lacunes satisfaisant à la condition (5), tandis que la croissance de $f_2(z)$ est au plus du type $< \sigma$ de l'ordre ρ.

3. Considérons une fonction entière du type moyen σ de l'ordre $\rho = 1$,

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{n!} z^n, \tag{6}$$

et admettons que les séries (6) et $\Sigma a_n z^n$ sont décomposées d'une façon arbitraire (mais de la même façon pour les deux séries) en polynomes. On peut démontrer : pour que la série de polynomes qui provient de $\Sigma a_n z_n$ soit convergente au voisinage de $1/\sigma e^{i\alpha}$, il faut et il suffit que la croissance de $\pi(\tau, \alpha)$ [pour $f(z)$] soit au plus du type $< \sigma$ de l'ordre $\rho = 1$. En combinant cette proposition avec les résultats du n° 2 (pour $\rho = 1$) on obtient deux théorèmes de M. Ostrowski sur l'ultraconvergence [1].

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Représentation d'un groupe d'opérateurs dans l'espace de Hilbert.* Note de M. **Lucien Chadenson**, présentée par M. Jacques Hadamard.

On sait que la représentation en série de fonctions orthogonales, des fonctions de carrés sommables définies sur un intervalle donné, conduit à l'utilisation de séries convergeant en moyenne vers les fonctions et qui, en outre, sont presque partout sommables (C, o) au sens de Cesaro.

---

[1] Ostrowski, *Sitzungsber. der preuss. Akad. d. Wiss.*, 24, 1921, p. 557-65; 21, 1923, p. 185.

Depuis Fejer, on sait l'importance des représentations en série de fonctions orthogonales divergentes, mais sommables (C, 1).

La présente Note expose certains résultats relatifs à la généralisation de cet emploi de séries en fonctions orthogonales divergentes, mais sommables (C, δ) au sens de Cesaro et l'aide que l'analyse peut en tirer.

Nous limitant pour l'exposition au cas de fonction de carrés sommables d'une variable définie sur un intervalle fini, nous basons l'extension sur un théorème dit des produits de sommabilité. Considérant les représentations d'une fonction de carré sommable et d'un noyau de carré sommable respectivement par une série simple sommable (C, α) et une série double (réduite à la forme diagonale ou non) sommable (C, δ)

$$f(t) \sim {}_n\sum_1^\infty \alpha_n \varphi_n(t), \qquad \mathrm{K}(s, t) \sim {}_i\sum_1^\infty {}_j\sum_1^\infty \frac{\varphi_i(s)\,\psi_j(t)}{\psi_{ij}},$$

la suite d'opérations

$$g_n(t) = \int \mathrm{K}_n(s, t)\, f_n(t)\, dt$$

définit, par une opération limite, une fonction $g(s)$ de carré sommable

$$g(s) = \int \mathrm{K}(s, t)\, f(t)\, dt$$

qui sera représentée par une série sommable (C, $\alpha + \delta - 1$).

Ce théorème admet également des réciproques permettant de définir la sommabilité du noyau à partir de la sommabilité des séries de $f(t)$ et $g(s)$.

A ce théorème essentiel, on adjoint celui relatif à l'inversion. Un noyau représenté par une série sommable (C, α) admet toujours un noyau inverse représenté par une série sommable (C, $2 - \alpha$).

Dès lors, l'inversion d'un noyau sommable (C, 0) donne un noyau sommable (C, 2) et ce noyau est applicable à toute fonction de carré sommable, sans qu'il soit nécessaire de considérer une condition de Picard restreignant une inversion qui existe toujours.

On est amené, par exemple, à définir l'opérateur intégration qui, en utilisant le système orthogonal de Fourier, a un noyau sommable (C, 0)

$$\mathrm{K}(st) \sim \frac{1}{\pi}\sum_1^\infty \frac{\sin n(s-t) - 2(-1)^n \sin ns}{n}.$$

La considération de l'opération inverse permet de définir complètement,

à partir de la seule définition de l'intégrale de Lebesgue, la dérivation

$$f'(s) = \int_{-\pi}^{+\pi} \frac{1}{\pi} \sum_{1}^{\infty} n \sin n(s-t) f(r)\, dr.$$

Par cette voie, toute fonction de carré sommable admet presque partout une fonction dérivée. Il convient de rapprocher ce résultat du fait que la sommabilité (C, δ) pour $\delta > 0$ d'une série de Fourier en un point est un phénomène local, alors que pour $\delta < 0$ la sommabilité dépend de la manière dont se comporte la fonction dans tout l'intervalle.

Il convient encore de remarquer que l'opération dérivation écrite ci-dessus donne $f'(s)$ en série sommable $(C, 1)$ mais qu'à l'aide du noyau transformé $-(C, 1)$ de $1/\pi \sum_{1}^{\infty} n \sin n(s-t)$, soit

$$f'(s) = \int_{-\pi}^{+\pi} \left[\frac{\frac{1}{2} \sin n(s-t) - \frac{1}{n} \sin^2 n \frac{s-t}{2} \operatorname{cotg}(s-t)}{\sin^2 \frac{s-t}{2}} \right] f(t)\, dt,$$

on obtient directement $f'(s)$ en série sommable $(C, 0)$.

Parmi les très nombreuses applications de ce symbolisme, il est curieux de noter qu'il permet de résoudre une difficulté mathématique sérieuse soulevée par M. Dirac (*Quantum Mechanics*, p. 64-66), relative à l'existence d'une fonction $\delta(x)$ vérifiant un certain nombre de relations qui paraissaient imcompatibles. Conservant toujours, pour l'exposition, l'espace fonctionnel défini plus haut, la fonction $\delta(s-t)$ correspond simplement au noyau de l'opération identité : $\sum_{1}^{\infty} \cos n(s-t)$, qui vérifie bien

$$\delta(s-t = 0, \qquad \int_{-\pi}^{+\pi} f(s)\, \delta(s-t)\, ds = f(t),$$

$$\int_{-\pi}^{+\pi} \delta(s-t)\, dt\, \delta(t-n) = \delta(s-n), \qquad \int_{-\pi}^{+\pi} \delta(s-t)\, dt + 1,$$

donne le noyau de l'opérateur dérivation

$$\delta'(s-t) = \sum_{1}^{n} n \sin(s-t),$$

et d'une façon générale correspond exactement par son sens profond à l'opé-

ration symbolique voulue par l'auteur (écrite pour un intervalle infini).

Ce symbolisme permet également de donner une représentation claire et utile au groupe des transformations linéaires intégrales.

Il permet enfin d'obtenir un mode de calcul numérique avec définition de l'approximation pour les principales opérations analytiques.

Son extension aux espaces plus complexes [plusieurs fonctions de carrés sommables à une variable, fonctions de plusieurs variables définies sur des intervalles finis, fonctions de moyennes carrés sommables définis sur un intervalle infini (1)] apporte une aide considérable pour l'obtention de certains résultats théoriques nouveaux et une généralisation et une puissance nouvelle à la méthode d'approximation de Ritz.

MÉCANIQUE PHYSIQUE ET EXPÉRIMENTALE. — *Application de la photoélasticité à l'étude des percussions.* Note de M. **Jean Thouvenin**, présentée par M. Charles Fabry.

La photoélasticimétrie peut donner de précieuses indications dans le cas de modèles soumis à des efforts très rapidement variables, tels que ceux produits dans les chocs. Peu de travaux, semble-t-il, ont été publiés à ce sujet (2).

J'ai réalisé un dispositif permettant de saisir l'aspect d'ensemble d'une plaque transparente à des intervalles de temps très rapprochés (1/4000 de seconde). J'ai adopté le montage par réflexion (3). La lumière rencontre successivement : un polariseur circulaire, le modèle à étudier placé contre un miroir concave de un mètre de rayon, ensuite un analyseur circulaire, puis un objectif qui forme sur le film l'image du modèle. Le film, lui-même, est porté par un tambour animé d'un mouvement de rotation uniforme.

La source lumineuse est un éclateur à boules de zinc; la série d'étincelles, à la cadence d'environ 4000 par seconde, est fournie par l'ultra-cinéma Séguin-Labarthe déjà décrit (4); il a pour principe la charge et la décharge d'un condensateur de $0^{\mu f},16$, en relation, par un inverseur tournant, avec un

(1) L. Chadenson, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 322.

(2) Voir cependant, entre autres, Z. Tuzi et M. Nisida, *Scientific papers Institute of Phys. and Chem. Research*, Tokyo, 26, avril 1935, p. 277.

(3) M. Tardy, *Revue d'optique*, 8, janvier 1929, p. 59; M. Villey, *IVe réunion Institut d'optique*, 1930; *Revue d'optique*, 9, 1930, p. 83.

(4) MM. L. et A. Seguin et A. Labarthe, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 19.



Film nº 1. Films nºs 2 et 3. Film nº 4.

condensateur de $8^{\mu F}$ chargé à 8000 volts. Chaque étincelle, entre les boules de zinc, a une durée de l'ordre d'un millionième de seconde; elle est riche en lumière bleue, et l'emploi d'un film sensible surtout aux radiations bleues permet de supprimer l'écran coloré dans les expériences où l'on ne désire pas une grande finesse.

J'ai entrepris l'étude d'une plaque de verre ($120 \times 80 \times 6^{mm}$) soumise à un choc par transmission. Elle repose uniformément par sa tranche; le poids tombe sur un couteau dont la partie étroite a 3^{mm} de large; l'effort est produit au milieu du bord supérieur de la lame.

Les résultats de l'étude théorique et expérimentale seront donnés ultérieurement.

Les quatre films ci-contre illustrent la méthode. Les franges noires sont les lignes isochromatiques correspondant à un retard total (double traversée de la lame) de $(2K+1)\lambda/2$, les nicols étant *parallèles*. L'inverseur produit quelques irrégularités; la mesure des temps se fait directement sur le film qui marche à une vitesse de 65^{m} par seconde. Le haut de chaque figure correspond au début du choc.

Il est intéressant de remarquer l'existence de chocs multiples dans le film n° 1. Dans les films 1 et 3, on peut aussi constater la dissymétrie qui existe dans l'évolution des franges pendant le choc.

Film n° 1. — Le poids de 835^{g} tombe directement sur le couteau d'acier d'une hauteur de 33^{cm}.

Film n° 2 (en haut). — Le poids de 835^{g} tombe directement sur le couteau en acier d'une hauteur de 33^{cm}. Le bas du modèle repose sur de l'acier par l'intermédiaire d'un carton très mince.

Film n° 3 (en bas). — Le poids de 250^{g} qui tombe de 70^{cm} frappe le couteau par l'intermédiaire d'une épaisseur de 2^{cm} de fibre.

Film n° 4. — Le poids de 835^{g} qui tombe de 116^{cm} frappe le couteau par l'intermédiaire d'une épaisseur de 2^{cm} de fibre et de 1^{cm} de caoutchouc mousse.

Dans les films 1, 3 et 4, le bas du modèle repose sur 2^{mm} de plomb par l'intermédiaire de $1^{mm},5$ de carton. Une très faible épaisseur de carton est placée entre le couteau et le verre. La planche est à l'échelle 34/35.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur l'écoulement dans la masse d'un fluide autour d'un obstacle en forme de maison reposant sur un sol.* Note (¹) de MM. **E. Barrillon** et **Ch. Chartier**, présentée par M. Henri Villat.

Nous avons appliqué la chronophotographie stéréoscopique (²) et la cinématographie à l'étude des champs de vitesses dans l'écoulement d'un fluide autour d'un obstacle ayant la forme d'une maison, reposant successivement sur un sol lisse, puis sur un sol rugueux.

Dans l'écoulement il y a quatre zones principales à considérer : la zone d'écoulement général, une zone d'eau morte amont, une zone d'eau morte sur la pente amont du toit et une zone d'eau morte aval. Ces trois zones d'eau morte oscillent constamment et réagissent l'une sur l'autre. L'amplitude de chaque oscillation dépend à un instant donné de la vitesse W du courant général.

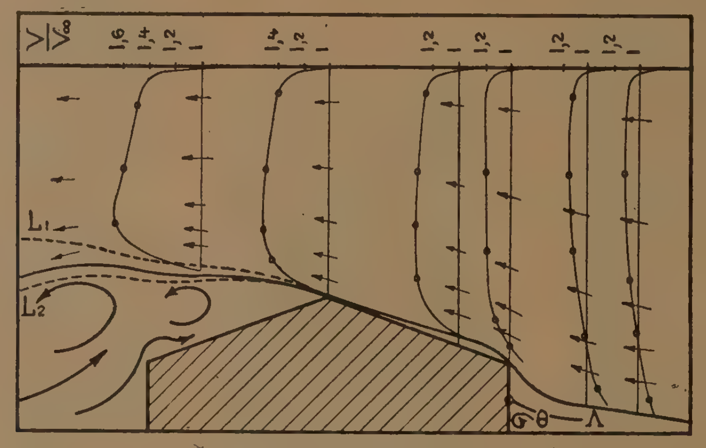


Fig. 1. — Sol lisse W = 0,35 m/s.
On a porté en profil les excès de la vitesse observée sur la vitesse à l'∞, amont.

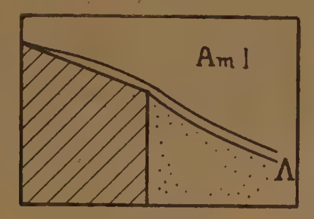
Écoulement général. — L'écoulement général est sensiblement plan. L'influence de l'obstacle de longueur l se fait sentir au-dessus, dans tout le canal, et en amont à une distance variant de $0,5\,l$ à $1,5\,l$ quand W passe de 35 à 200 cm/s. On notera (*fig.* 1) que la vitesse sur les lignes de cou-

(¹) Séance du 21 octobre 1935.

(²) Cf. Ch. Chartier, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1642; A. Foch et Ch. Chartier, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1178.

rant voisines du sol en amont de l'obstacle est nettement inférieure à W et qu'elle rattrape, puis dépasse celle-ci à partir de la crête du toit.

Oscillation de la zone d'eau morte. Amont. — On observe deux régimes : Am. I et Am. II (*fig.* 2).



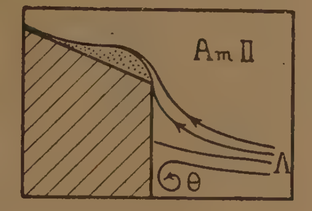


Fig. 2. — Oscillation amont.

Le régime Am. II comporte un point d'arrêt sur la face amont de la maison. Au-dessous de la ligne à point d'arrêt Λ, se trouve une zone tourbillonnaire Θ. Au-dessus, l'écoulement suit la face amont de l'obstacle et passe la pente amont du toit en décollant, d'où création d'une zone d'eau morte sur cette pente.

Dans le régime Am. I, la ligne Λ se trouve sur le bord inférieur du toit. Au-dessous se trouve une zone d'eau morte à très faible tourbillonnement. Au-dessus l'écoulement longe la pente amont du toit.

Le passage du régime Am. I, au régime Am. II s'effectue de la façon suivante : l'écoulement général entraînant peu à peu l'eau morte, la ligne Λ se creuse de plus en plus jusqu'au moment où la courbure est telle que le courant suivant Λ ne peut plus suivre le toit. Le point d'arrêt saute du bord du toit à un point de la face avant provoquant une ligne de séparation des eaux, au-dessous de laquelle se forme le tourbillon Θ. Inversement pour le passage du régime Am. II au régime Am. I, le tourbillon une fois formé, augmente de volume en refoulant vers le haut la ligne Λ jusqu'à ce que le point d'arrêt arrive à la base inférieure du toit, tandis que la vitesse de rotation diminue, puis s'annule. A l'intérieur du tourbillon Θ, un écoulement de direction perpendiculaire au plan de l'écoulement général se produit et sort en jet le long de chacune des parois latérales dans les couches limites.

Oscillation de la zone d'eau morte. Aval. — A l'aval (*fig.* 3) la ligne L limitant le sillage oscille entre deux positions extrêmes L_1 et L_2 de sorte qu'il existe trois régions : une au-dessus de L_1 où règne constamment le mouvement général, une au-dessous de L_2 continuellement en eau morte et une entre L_1 et L_2 ou existe tantôt le mouvement général, tantôt l'eau morte.

L'oscillation se produit de la façon suivante : l'énergie que transmet par frottement le courant général à l'eau morte se retrouve dans les tourbillons de cette dernière sous forme d'énergie de rotation et de translation (*fig.* 3 *a*).

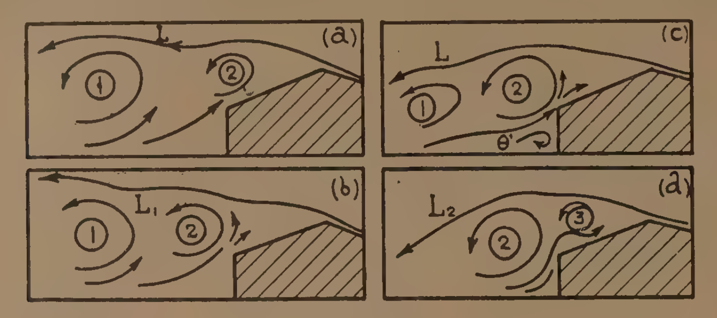


Fig. 3. — Oscillation aval.

En même temps qu'ils se transfèrent, ces tourbillons entraînent de plus en plus de matière dans leur rotation jusqu'à l'amplitude maximum L_1 (*fig.* 3 *b*). Le grossissement du tourbillon est accompagné d'une diminution de vitesse angulaire, jusqu'au moment où le tourbillon est entraîné par le courant général (*fig.* 3 *c*). Comme l'existence des tourbillons est corrélative dans la région voisine du sol d'un courant dirigé *vers* l'obstacle, on observe sur la face aval de ce dernier les mêmes phénomènes qu'à l'amont (oscillation avec tourbillon Θ, en bas de la maison; oscillation avec décollement sur la pente). Enfin l'amplitude de l'oscillation devient minimum L_2 (*fig.* 3 *d*), avec formation d'un nouveau tourbillon.

Dans ces zones d'eau morte, l'écoulement n'est pas plan, les frottements des différentes nappes d'eau n'étant pas les mêmes partout.

AVIATION. — *Sur un nouveau type de moteur d'aviation.* Note de MM. **F. Rochefort** et **Jean Villey**, présentée par M. Albert Caquot.

L'un de nous a imaginé et mis au point un procédé d'alimentation, avec pulvérisation du combustible liquide au cours de transvasements gazeux entre les cylindres [1], qui réalise, avec le gasoil, des mélanges assez homogènes pour assurer le fonctionnement correct, par allumage électrique haute tension, des moteurs à explosion.

---

[1] Cf. Rochefort, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 638.

Le procédé a été appliqué avec plein succès sur un moteur d'aviation de 200 chevaux à six cylindres, de caractéristiques courantes actuelles [1]. On a obtenu des fonctionnements corrects au gasoil, avec une perte de puissance inférieure à 10 pour 100 par rapport à l'emploi des meilleures essences d'aviation.

Il est à noter que cette réduction de puissance correspondait à une réalisation imparfaite. Le travail dissipé dans les transvasements [2] peut en effet être, pour une bonne part, compensé par l'amélioration de rendement liée à la répartition très correcte du combustible entre les cylindres due aux transvasements mêmes.

Le stade ainsi atteint peut se caractériser ainsi : on supprime, comme avec les moteurs Diesel, les dangers d'incendie, tout en conservant les qualités exceptionnelles de souplesse (dues au mélange homogène avant allumage) et de sécurité mécanique (dues aux pressions peu élevées) des moteurs à explosion, et en gardant le bénéfice du haut degré de perfection où les ont amenés les efforts de milliers d'ingénieurs depuis cinquante ans.

On a constaté de plus la possibilité d'utiliser, sans modifier en rien les organes du moteur, des combustibles très variés (gasoil, pétrole, essence, benzol, alcool, etc.) en intervenant seulement sur le réglage des manettes d'admission. L'allumage par étincelle permet même l'emploi de combustibles très réfractaires à la détonation (huiles lourdes de houille), qui ne s'allument pas correctement dans les Diesel normaux.

Le Diesel, s'il ne peut prétendre à la souplesse des moteurs à explosion, à cause des difficultés que comportent la mise en contact instantanée et la combustion correcte du combustible et de l'oxygène, garde néanmoins sur eux l'avantage d'une consommation plus faible liée aux valeurs élevées de son coefficient volumétrique de compression.

Mais le nouveau procédé permet d'aborder un second stade d'application où il peut prétendre à concurrencer le Diesel même à ce point de vue, en élevant le rendement du cycle à explosion par l'emploi de la détente prolongée.

L'injection du combustible à l'intérieur des cylindres autorise en effet le fonctionnement à deux temps, pratiquement inapplicable dans les moteurs à explosion ordinaires à carburateur sur l'admission. Multipliant ainsi par deux le nombre des cycles moteurs, on peut se contenter pour chacun

---

(1) Cf. Rochefort, *La Science aérienne*, 3, 1934, p. 411.

(2) Cf. Auclair et Villey, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 699.

d'eux d'une masse d'air plus faible, correspondant par exemple à la moitié seulement de la course, de façon à pouvoir réaliser une détente motrice double de la course de compression : on sait qu'elle élève de façon très notable le rendement thermique.

Les caractéristiques essentielles auxquelles on aboutit ainsi sont les suivantes :

1° disposition à deux pistons opposés, très favorable (balayage équicourant, avec sections très larges) pour le fonctionnement à deux temps, et qui permet de maintenir, même aux régimes de rotation très rapides, la vitesse linéaire des pistons au-dessous de la vitesse de propagation de la déflagration.

2° fourreau de distribution, qui ouvre, dans la course de compression, des orifices de refoulement vers un collecteur d'air équilibreur communiquant avec l'atmosphère, et les referme pendant la détente motrice. Ce fourreau mobile unique peut assurer toutes les opérations de distribution, y compris celles relatives à l'injection et aux transvasements de pulvérisation, avec beaucoup plus de sécurité aux régimes très rapides, grâce à sa commande entièrement positive, que les soupapes à ressorts.

3° possibilité d'obturer à volonté, partiellement ou totalement, la communication du collecteur d'air équilibreur avec l'atmosphère, pour obtenir, en altitude (ou même exceptionnellement au sol avec des combustibles très réfractaires à la détonation) la surpuissance correspondant au remplissage total du cylindre.

4° perfectionnement qui substitue, à l'injection discontinue du combustible liquide directement dans chaque cylindre, une introduction continue à faible pression dans le collecteur d'injection, où une émulsion très riche est réalisée et maintenue en circulation permanente, dans un circuit fermé sur lequel les injecteurs aux cylindres sont montés en dérivation.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la difficulté concernant l'existence de l'énergie infinie du rayonnement au zéro absolu dans l'électrodynamique quantique.* Note de M. **Bernard Kwal**, présentée par M. Louis de Broglie.

La difficulté, bien connue, que l'on rencontre dans la théorie quantique du champ électrodynamique ([1]), et qui est relative à l'existence de

([1]) W. Heisenberg et W. Pauli, *Z. f. Physik*, 56, 1929, p. 1.

l'énergie infinie du champ en l'absence des photons, n'a pu être levée jusqu'ici que grâce à des artifices formels [1], affectant profondément la simplicité et la beauté de la théorie.

Il semble d'ailleurs que le formalisme mathématique de l'électrodynamique classique, qui sert de base au schéma quantique, n'a rien à faire dans la question, puisque le même cas se présente dans l'électrodynamique nouvelle de Born et Infeld, comme nous l'avons montré récemment [2].

Ainsi avons-nous été conduit à penser que le terme infini s'introduit par un autre biais, à savoir lors de la transformation canonique qui fait correspondre aux amplitudes de champ le nombre de photons contenus dans le champ. En effet cette transformation

$$c = N^{\frac{1}{2}} e^{i\frac{\theta}{h}}, \qquad c^* = e^{-i\frac{\theta}{h}} N^{\frac{1}{2}} \tag{1}$$

manque de symétrie, puisqu'elle donne lieu aux relations suivantes :

$$cc^* = N, \qquad c^*c = N + 1. \tag{2}$$

Comme, d'autre part, on symétrise la formule donnant l'énergie du champ, de manière à la représenter en fonction de l'expression suivante :

$$\Sigma \frac{1}{2} h\nu (cc^* + c^*c), \tag{3}$$

il s'introduit, du chef de la transformation (1), un terme infini $\Sigma\, 1/2\, h\nu$.

Afin d'éviter cette difficulté nous proposons de remplacer la transformation canonique (1) par une autre plus symétrique

$$\begin{cases} C = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(N^{\frac{1}{2}} e^{i\frac{\theta}{h}} + i e^{i\frac{\theta}{h}} N^{\frac{1}{2}}\right), \\ C^* = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(e^{-i\frac{\theta}{h}} N^{\frac{1}{2}} - i N^{\frac{1}{2}} e^{-i\frac{\theta}{h}}\right), \end{cases} \tag{4}$$

qui jouit des propriétés suivantes :

$$CC^* = N - \frac{1}{2}, \qquad C^*C = N + \frac{1}{2}, \tag{5}$$

$$CC^* - C^*C = -1, \qquad \frac{1}{2}(CC^* + C^*C) = N. \tag{6}$$

La difficulté précitée disparaît ainsi en vertu de la transformation (4)

---

(1) L. Rosenfeld et J. Solomon, *J. de Physique*, 2, 1931, p. 139.
(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1656.

dans toute théorie quantique où le produit classique du type AB est remplacé par l'expression symétrique $1/2(AB + BA)$.

Enfin, il est peut-être opportun de remarquer, à propos des formules (5), qu'elles font apparaître des demi-photons, circonstance qui doit avoir des raisons plus profondes, qui pourraient ne pas être étrangères à la conception du neutrino [1].

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Mesures d'effet Paschen-Back avec l'électroaimant de Bellevue muni de bobines supplémentaires.* Note de MM. **Pierre Jacquinot** et **Tsaï Belling**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les bobines supplémentaires rondes destinées à accroître le champ du gros électroaimant de l'Académie des Sciences ont été montées de façon à pouvoir y introduire commodément une source spectrale, et nous les avons utilisées pour étudier l'effet Paschen-Back des raies jaunes du mercure au moyen du tube excité en haute fréquence déjà utilisé par l'un de nous.

Ces bobines devant être décrites plus longuement ailleurs nous donnerons seulement ici leurs principales caractéristiques : 12 galettes plates de 11,5 spires chacune, en tube de cuivre rouge à section carrée de 5×5^{mm}, et parcourues par un courant d'eau constituent l'enroulement. Dans le cas actuel elles sont groupées en deux blocs maintenus par des flasques de duralumin; l'entreflasque permettant le passage du tube et de la lumière est de 12^{mm}; les deux groupes sont enfilés sur les parties cylindriques qui ont 6^{cm} de diamètre, des pièces polaires qu'on a fait sortir à cet effet de 7^{cm} du noyau de l'électroaimant : les pièces sont terminées par des facettes de 5^{mm} de diamètre distantes de 12^{mm}. Le courant est de 4000 ampères et la puissance absorbée est de 1300 kilowatts : le refroidissement nécessite un débit d'eau de 6 litres à la seconde et l'élévation de température est de 50° : le champ, mesuré au fluxmètre est de 65800 gauss.

Les raies ont été photographiées avec le grand réseau concave installé en montage Eagle sous l'électroaimant. Le spectrographe a été rendu stigmatique au moyen d'une lentille cylindrique : on peut ainsi photographier une certaine longueur du tube placé dans un champ non uniforme et la forme des raies reproduit les variations de longueur d'onde en fonction du

---

(1) Louis de Broglie, *Une nouvelle conception de la lumière*, Paris, 1934; E. Fermi, *Il nuovo Cimento*, 11, 1934, p. 1.

champ; ce procédé a l'avantage de ne pas nécessiter l'uniformité du champ et de rendre plus facilement visibles sur le cliché les dyssymétries et les déplacements.

Les deux raies 5789-90 et 5770 ont ainsi pu être photographiées plusieurs fois en quelques minutes seulement : les raies sont fines et se prêtent à de bons pointés. Les résultats prolongent et corroborent les mesures déjà faites par l'un de nous.

La raie 5789-90 présente un effet Paschen-Back considérable : pour 5790 le déplacement de la composante centrale est presque de 0,2 Å et le dédoublement de la composante violette atteint 0,29 Å ; la composante la plus intense de 5789 est dédoublée en deux raies différemment polarisées dont la distance est de 0,13 Å.

La figure obtenue concorde assez bien avec celle que l'on peut calculer par une résolution *complète* de l'équation séculaire donnée par Houston, en prenant $X = -1/2$; il reste néanmoins une différence certaine avec ce calcul, en particulier les niveaux $+2$ et -2 de $^1D_2$ présentent une légère dyssymétrie non indiquée par l'équation et les écarts sont inférieurs à ceux que fournit le calcul.

Quant à la raie 5770, elle présente, elle aussi, des dyssymétries : les écarts, mesurés en cm^{-1}, sont

$$-3,77 \quad -3,45 \quad -0,31 \quad 0 \quad +0,29 \quad +3,40 \quad +3,68.$$

Ici la comparaison avec les calculs se montre beaucoup plus difficile : l'ordre de grandeur des *dyssymétries* est bien celui que donne le calcul conduit avec $X = -5$. (Cette valeur $X = -5$ est celle qu'il faut employer pour retrouver la position sans champ du niveau $^3D_2$, alors qu'il faut prendre $X = -1/2$ pour retrouver celle de $^1D_2$: c'est cette différence qui est la difficulté fondamentale de la théorie de Houston dans le cas présent.) L'emploi de $X = -1/2$ conduirait à un effet Paschen-Back très grand; mais les valeurs absolues des écarts mesurés ici sont en contradiction formelle avec les écarts calculés avec $X = -5$. Il ne faut d'ailleurs pas s'étonner de l'échec dans le calcul d'une décomposition magnétique, d'une théorie qui ne donne pas, dans ce cas particulier, la position des niveaux sans champ.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la température critique de dissolution des huiles minérales.* Note de MM. **E. Vellinger** et **J. D. Herrenschmidt**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons cherché à utiliser la détermination de la température critique de dissolution (T. C. D.), appliquée précédemment par Chavannes et Simon [1] à l'analyse des essences, pour caractériser le raffinage des huiles minérales et leur altération [2]. Nous avons utilisé comme solvant de l'acétone mélangé à de l'acétate d'amyle dans la proportion de 9 à 1.

La température de trouble du mélange à 50 pour 100 de solvant et d'huiles minérales est une fonction linéaire de la proportion d'acétate d'amyle (voir *fig.* 2).

La T. C. D. des huiles d'origines diverses ayant subi le même traitement peut varier, mais dans les limites assez étroites. Dans l'exemple de la figure IV concernant des huiles suraffinées, les échantillons d'huiles se classent de la manière suivante : Pensylvanie (P_3), Russie (R_3), Vénézuéla (A_3), Texas (T_3). En réalité les échantillons de Pensylvanie et de Russie ont des valeurs très voisines. L'influence de l'origine semble néanmoins négligeable par rapport à celle due au traitement qu'ont subi ces huiles. Le raffinage par l'acide sulfurique détermine une élévation considérable de la T. C. D. La figure V montre cette influence sur trois échantillons d'huiles de même origine (A_3 surraffinée, A_2 moyennement raffinée et A_1 peu raffinée). Si l'on porte la T. C. D. en fonction de la quantité d'acide sulfurique utilisée pour le raffinage (distillat brut de Colombie). On constate que la courbe ainsi obtenue présente un palier lorsque la quantité d'acide atteint une certaine valeur (*fig.* III). Un phénomène tout à fait analogue se retrouve lors du traitement par les terres décolorantes.

L'oxydation des huiles en service ou pendant l'altération artificielle se traduit par une chute de la T. C. D. Cependant il convient de tenir compte du mode d'altération et de la nature de l'huile. C'est ainsi que, dans les transformateurs où l'altération se fait à une température modérée, les huiles surraffinées présentent seules un abaissement notable de la T. C. D.

---

[1] G. Chavannes et L. J. Simon, *Comptes rendus*, **168**, 1919, p. 1111.

[2] Des essais de solubilité ont été faits par E. Masson, à la suite desquels ces expériences ont été entreprises (*Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques à Haute Tension*, Session 1935, Rapport n° 130).

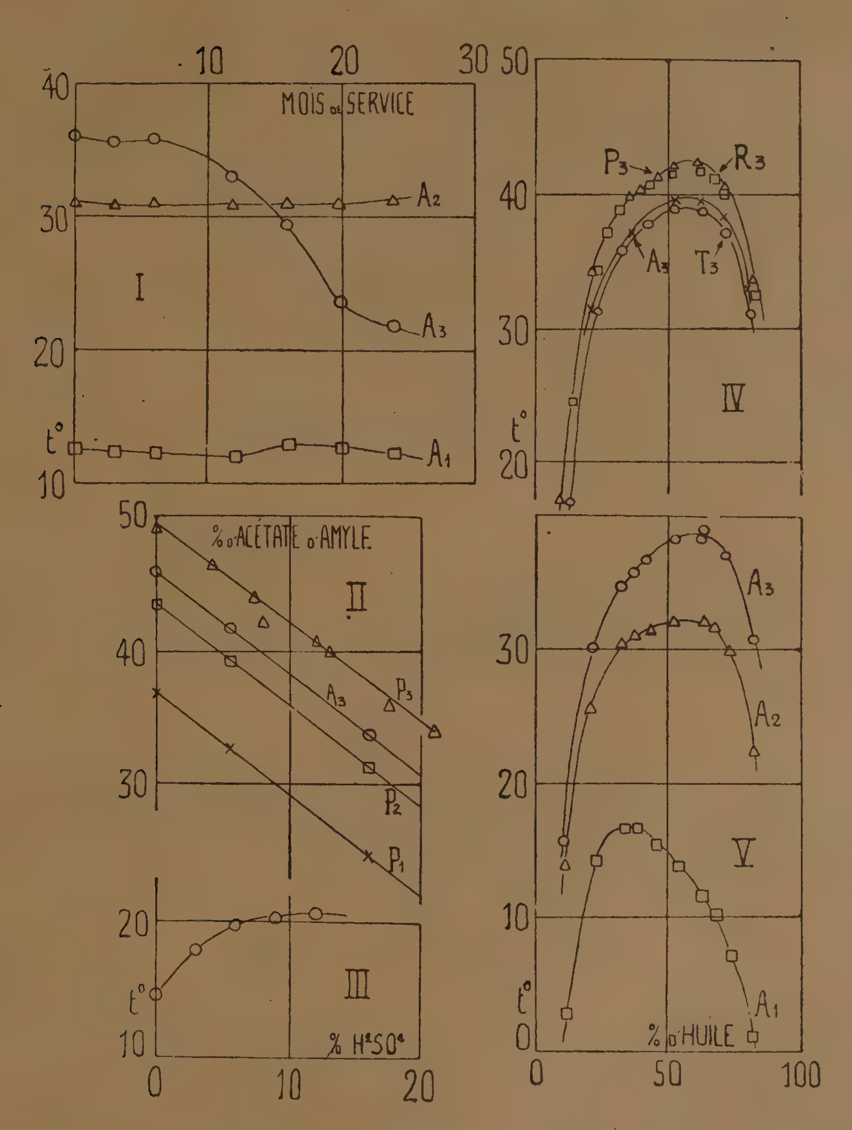


Fig. I. — Température de trouble du mélange à 50 pour 100 de solvant mixte et d'huile minérale en fonction du temps de service (A surraffinée, A_2 moyennement raffinée et A_1 peu raffinée).

Fig. II. — Température de trouble du mélange à 50 pour 100 de solvant mixte et d'huile minérale en fonction de la proportion d'acétate d'amyle.

Fig. III. — Température de trouble des échantillons d'huiles raffinées avec des quantités variables d'acide sulfurique (distillat brut de Colombie.)

Fig. IV. — T. C. D. de quatre huiles surraffinées (P_3 Pensylvanie, R_3 Russie, A_3 Vénézuéla et T_3 Texas).

Fig. V. — T. C. D. de trois huiles neuves (A_3 surraffinée, A_2 moyennement raffinée, A_1 peu raffinée).

(voir A_3 dans la *fig.* 1) alors que les huiles peu ou moyennement raffinées (A_1 et A_2) n'en présentent aucun. G. Muller [1] a montré que le volume d'oxygène absorbé par l'huile A_3 maintenue à 110° est de trente fois plus grand que celui absorbé par les huiles A_1 et A_2. On peut donc rapprocher l'abaissement de la T. C. D. du degré d'oxydation de ces huiles. Les huiles de graissage pour moteurs à combustion présentent toujours un abaissement de la T. C. D. déjà après 50 heures de service.

On pourrait donc envisager l'emploi de la T. C. D. pour le contrôle du raffinage des huiles. Cette grandeur intéressant plus spécialement la nature du substratum des huiles compléterait l'indication donnée par la mesure de la tension interfaciale, qui elle, touche les impuretés actives. Elle permettrait également de suivre l'altération des huiles en service.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques dérivés fournis par action, sur le cholestérol, du phosgène, des chloroformiates et carbonate de méthyle chlorés.* Note de MM. **André Kling** et **Maurice Rouilly** [2], présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'un de nous [3] a montré le rôle important que, dans la production des accidents pulmonaires consécutifs aux inhalations des *gaz suffocants*, jouait la transformation du cholestérol hydrophile des graisses en dérivés dépourvus d'hydrophilie. La présente Note fournit quelques données relatives à certains de ces derniers dérivés.

La préparation de chacun d'eux a été effectuée comme suit : la solution chloroformique de cholestérol a été soumise, à chaud, à l'action d'un excès de l'agent actif; après réaction, on a ajouté de l'alcool destiné à détruire la fraction de réactif non entrée en réaction; puis on a concentré au bain-marie le mélange; on l'a laissé refroidir et on l'a enfin additionné d'alcool étendu (à 40° ou 50°). Cette addition a déterminé la précipitation d'une masse pâteuse, ne manifestant aucune tendance à la cristallisation et qui, lorsqu'elle est triturée à l'aide d'un agitateur, se pare d'irisations rouges et vertes. Par reprise à l'éther acétique bouillant, on parvient à la

---

(1) G. Muller, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1769.
(2) Avec le concours de MM. Lusinchi, Moulin et Pallaud.
(3) André Kling, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1782.

faire cristalliser, surtout si l'on dispose d'un germe cristallin provenant d'une précédente opération.

La composition et la constitution des produits obtenus ont été déduites de leurs analyses, de la mesure de leurs indices de saponification, ainsi que la détermination du nombre de molécules-grammes d'anhydride carbonique libérées au cours de la saponification de 1^g de chacun d'eux.

A l'effet d'obtenir ces données, 1^g du produit à étudier est saponifié par un volume connu d'une solution N/10 de NaOH alcoolique (rigoureusement exempte de carbonate) additionné d'une quantité suffisante d'eau distillée. La saponification terminée, on ajoute au mélange quelques gouttes d'une solution de $BaCl^2$ au $1/10^e$; puis, s'aidant de la phtaléine, on procède à un titrage alcalimétrique pour mesurer la quantité d'alcali disparue; ce titrage fournit l'indice de saponification. On ajoute alors au mélange neutralisé un volume connu de HCl N/10, on fait bouillir pour dissoudre le $BaCO^3$ formé et chasser CO^2; enfin, par titrage acidimétrique, on évalue en milligrammes la quantité de CO^2 déplacée par cet HCl. On traduit les résultats en molécules-grammes de CO^2.

Le $COCl^2$, agissant sur le cholestérol, soit en présence de H^2O, soit en présence de $H^2O + CO^3Ca$, de $H^2O + HCl$, ou d'une solution aqueuse de $pH = 7,6$ (pH du sérum sanguin), fournit, dans tous les cas, l'éther $CO\langle^{O.C^{27}H^{45}}_{Cl}$, produit cristallisé en jolies aiguilles transparentes, stables, se conservant bien, peu hydrolysé par action de l'eau, sauf à la température d'ébullition. Ce chlorocarbonate fond à $+114°$, il est soluble dans le benzène, le chloroforme, l'acétone, l'ester acétique, l'éther de pétrole, mais fort peu dans l'alcool aqueux (¹).

Le $CO\langle^{OCH^3}_{Cl}$ ne réagit pas sur le cholestérol, ainsi que cela était à prévoir.

Le $CO\langle^{OCH^2-Cl}_{Cl}$ (palite), par action sur le cholestérol, fournit un dérivé cristallisé en paillettes, si fragile qu'on ne peut prendre son point de fusion ni le faire recristalliser. Il se décompose rapidement et ne peut être conservé, même en flacon bien bouché.

Le $CO\langle^{OCHCl^2}_{Cl}$ fournit le dérivé $CO\langle^{OCHCl^2}_{O.C^{27}H^{45}}$, en paillettes cristallisées incolores, fondant à 85°, produit stable, résistant à froid à l'hydrolyse.

Le $CO\langle^{OCCl^3}_{Cl}$ (surpalite ou diphosgène) fournit le $CO\langle^{OCCl^3}_{O.C^{27}H^{45}}$,

(¹) Les analyses de ces divers produits seront publiées par ailleurs.

paillettes cristallines, incolores, fondant à 107°, très stables, non hydrolysables à froid.

En considération du fait que le $CO\begin{smallmatrix}\nearrow OCCl^3 \\ \searrow OCCl^3\end{smallmatrix}$, ainsi que l'un de nous l'a montré autrefois ([1]), se comporte comme un polymère du phosgène et, en général, de telle manière qu'il mérite l'appellation de triphosgène, nous l'avons fait également réagir sur le cholestérol et avons constaté que le dérivé qu'il fournissait dans ces conditions n'était autre que celui que nous avions obtenu à partir du phosgène, c'est-à-dire le produit fondant à +114°.

En résumé, nous voyons qu'en réagissant sur le cholestérol, phosgène et carbonate de méthyl hexachloré fournissent le même éther chlorocarbonique, très stable; que le chloroformiate de méthyle ne donne pas de produit défini, et que les dérivés chlorés de ce chloroformiate se combinent au cholestérol avec d'autant plus d'activité que leur radical méthyle est plus chloré. Ces constatations sont à rapprocher de celles faites autrefois par André Mayer, Magne et Plantefol ([2]), à savoir que le chloroformiate de méthyle était à peine agressif, mais qu'il acquérait une activité de plus en plus grande à mesure qu'on chlorait progressivement sa molécule, jusqu'à obtention du dérivé trichloré, et qu'enfin le carbonate de méthyl hexachloré (triphosgène) était le plus actif de la série des corps étudiés par ces auteurs. Ces constatations apportent une nouvelle confirmation à l'explication donnée par l'un de nous, touchant le mécanisme suivant lequel les gaz suffocants provoquent les accidents pulmonaires chez les sujets les ayant inhalés.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge carbonifère du granite de Guéret et sur les facies de métamorphisme de contact des grès et tufs dinantiens du Puy-de-Dôme et de la Creuse.* Note de M. **André Demay**.

Le granite de Guéret et son prolongement dans le Puy-de-Dôme ont toujours été considérés jusqu'ici comme antédinantiens. M. E. Raguin, qui suppose carbonifères les granites à muscovite du Limousin et de la Marche ([3]), indique « pour les vastes granites de type profond de la Région

---

([1]) A. Kling, Florentin et Jacob, *Ann. de Chimie*, 9e série, 14, 1920, p. 189 et 214.
([2]) *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 136.
([3]) E. Raguin, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, 30, 1930, p. 72.

médiane [1] », qui comprennent le granite de Guéret [2], « qu'on est tenté de leur attribuer une bien plus haute antiquité [1] » et que « la Région médiane du Massif Central (plateau de Guéret, Auvergne) constitue un môle rigide contre lequel deux faisceaux orogéniques plissés (hercyniens) ont été poussés [3] ».

D'autre part, M. J. Jung, d'après une observation antérieure sur le Viséen de la butte de Concize près Châteauneuf-les-Bains et d'après ses propres observations près de Bromont et à Augère près de Gelles, où il signale des tufs contenant vers la base des lits schisteux et gréseux et des galets de granite et de quartzite, reposant en position subhorizontale, sur un complexe fait de gneiss et granite à grain fin et du granite porphyroïde à énorme cristaux d'orthose de Gelles, a conclu à « l'âge antéhercynien des gneiss et des granites de la partie nord-ouest du Massif Central » [4].

Les observations que j'ai faites près de Châteauneuf-les-Bains, Bromont, Augère dans le Puy-de-Dôme et plus à l'Ouest autour des lambeaux dinantiens de la Creuse me conduisent à des conclusions différentes de celles de ces deux excellents géologues, dont par ailleurs j'apprécie hautement les travaux. Les grès et tufs dinantiens ont subi un métamorphisme aussi bien au contact du granite à grands cristaux d'orthose de Gelles que du granite à grain moyen, riche en biotite, de Châteauneuf et de la Creuse, qui appartient au Massif de Guéret. Près du contact, on observe du côté magmatique d'abord un granite un peu aplitique, puis de l'aplite et de manière très fréquente une bordure de microgranite, du côté dinantien des grès ou tufs à biotite néogène, des grès ou tufs feldspathisés, des cornes feldspathiques.

Dans la Creuse, les phénomènes de laminage ou d'écrasement signalés par M. Mouret et par M. Raguin, gênent l'observation sans masquer le plus souvent le métamorphisme de contact.

A la bordure des lambeaux dinantiens de Concize et d'Augère se sont développés dans des grès ou tufs métamorphiques ou dans les produits de fusion partielle du Dinantien, d'aspect microgranitique, des nids granitiques ou aplitiques, les uns arrondis en forme de faux-galets, les autres de forme polyédrique curieuse à sections partiellement hexagonales, pen-

---

(1) E. Raguin, *loc. cit.*

(2) E. Raguin, *loc. cit.*, p. 65.

(3) *Notice sur les travaux scientifiques de E. Raguin*, Paris, 1935, p. 37 et 10.

(4) J. Jung, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 2269 et 2270.

tagonales ou triangulaires. Dans le lambeau de la Dapeyre, entre Montluçon et Guéret, existent aussi de faux poudingues d'origine toute différente, mylonites d'aplites ou de tufs ou grès métamorphiques.

L'attribution d'un âge viséen supérieur ou westphalien au granite de Guéret et à son prolongement dans le Puy-de-Dôme entraîne des conséquences capitales pour la structure du Massif Central :

1° L'hypothèse d'un môle rigide dans la « Région médiane » avec des zones orogéniques hercyniennes à l'Ouest, au Nord et à l'Est, dont j'ai indiqué à plusieurs reprises qu'elle ne s'accordait pas avec la disposition en arc des axes tectoniques et de certaines zones lithologiques, ne s'accorde pas non plus avec ces données nouvelles. De même que je l'ai montré antérieurement pour les directions axiales, pour une zone micaschisteuse et pour les schistes sériciteux des Cévennes méridionales et du Rouergue (1), les granites hercyniens de la « zone orogénique orientale » se prolongent dans la « Région médiane ».

2° En rapprochant les observations précédentes de celles que j'ai faites à l'est de l'Allier, il apparaît que deux facies granitiques, l'un à grands cristaux d'orthose (granite de Gelles, de Gannat à l'Ouest, granite de la Madeleine, de Luzy, du Beaujolais à l'Est), l'autre à grain moyen, riche en biotite (granite de Guéret et de Châteauneuf à l'Ouest, granite du Forez et des Cévennes septentrionales à l'Est) existent l'un et l'autre des deux côtés de la Limagne. Des deux côtés l'âge est viséen supérieur ou westphalien, démontré à l'Est pour le type à grands cristaux par M. Albert Michel-Lévy (2), démontré à l'Ouest pour les deux types par la présente Note.

3° En raison de l'âge identique des deux types du côté occidental et du passage progressif d'un type à l'autre sans pénétration (peut-être la cristallisation finale du type à grands cristaux est-elle légèrement postérieure), que j'ai observé du côté oriental au sud d'une ligne qui va de Thiers à Boën, on peut être assuré maintenant de l'âge viséen ou westphalien du granite à grain moyen du Forez et des Cévennes septentrionales, en accord avec l'hypothèse que j'ai formulée dès 1929 de la disparition du Paléozoïque par métamorphisme dans la zone cévenole (3). En même temps se trouve confirmée l'attribution à l'orogénèse hercynienne des mouvements tangen-

---

(1) A. Demay, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 946; 195, 1932, p. 804.

(2) Albert Michel-Lévy, *Bull. Serv. C. géol.*, 18, 1907-1908, p. 274; *Comptes rendus*, 157, 1913, p. 1443; *Bull. volcanologique*, 6, 1929, p. 57.

(3) A. Demay, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 924.

tiels des Cévennes septentrionales, qui sont en partie antégranitiques mais se sont poursuivis, accompagnés et suivis d'injections magmatiques, après la mise en place et la consolidation du granite.

4° Tandis que l'on ne connaissait jusqu'ici de manière certaine que des granites hercyniens de type intrusif, nous avons pour la première fois, dans le massif de Guéret, la preuve de l'âge hercynien d'un granite présentant dans une région étendue le caractère d'un granite profond.

Il convient de réserver pour le moment la question de l'âge des gneiss du Nord-Ouest du Massif central, dont certains ont pu naître par injection ou diffusion des magmas hercyniens, tandis que d'autres peuvent être antéhercyniens. J'ai indiqué depuis longtemps l'existence probable de gneiss antéhercyniens dans la zone morvano-roannaise.

GÉOPHYSIQUE. — *Mesure de l'épaisseur réduite de l'ozone atmosphérique pendant l'hiver polaire.* Note de MM. **Daniel Barbier**, **Daniel Chalonge** et **Étienne Vassy**, présentée par M. Charles Fabry.

Les méthodes employées jusqu'ici pour évaluer l'épaisseur réduite de l'ozone contenu dans l'atmosphère reposaient sur l'étude du spectre du soleil ou du ciel bleu et n'avaient pas permis d'étendre ces déterminations aux régions polaires pendant la période hivernale. Nous avons mis au point une méthode spectroscopique permettant de faire la mesure nocturne de l'ozone à partir des spectres stellaires. Cette méthode, qui a déjà été décrite [1], a été appliquée, de décembre 1934 à mars 1935, au cours d'un séjour à la *Naturvetenskapliga Station*, à Abisko, en Laponie suédoise (lat. 68°20′). Toutes les mesures ont été faites sur les spectres de l'une des étoiles suivantes : γ Cassiopeiæ (BO), η Ursæ Majoris (B3) et α Lyræ (AO) et souvent répétées plusieurs fois au cours de la même nuit. L'erreur moyenne sur une mesure isolée est égale à $0^{mm},1$. Le spectrographe employé étant à prisme objectif, ne permettait pas de travailler lorsque le ciel était éclairé par la lune. C'est pour cela que pendant deux périodes de 12 à 15 jours (milieu de janvier, milieu de février) les mesures ont été interrompues. Il était, de même, impossible de travailler lorsque l'étoile étudiée se trouvait au voisinage d'un arc auroral.

Le tableau donne l'ensemble des résultats obtenus.

---

(1) *Revue d'Optique*, **13**, 1934, p. 313.

Date.	Épaisseur (en mm.).	Date.	Épaisseur (en mm.).	Date.	Épaisseur (en mm.).
27 déc. 1934..	1,65 (1)	24 janv. 1935...	1,90 (1)	20 fév. 1935...	2,55 (1)
30 » ..	1,80 (1)	25 » ..	1,60 (3)	22 » ...	2,85 (3)
2 janv. 1935..	1,75 (3)	26 » ..	3,45 (3)	27 » ...	3,25 (1)
4 » ..	1,70 (1)	27 » ..	2,50 (1)	28 » ...	2,95 (2)
5 » ..	1,85 (4)	29 » ..	3,15 (4)	1 mars 1935..	2,30 (1)
7 » ..	1,70 (1)	3 fév. 1935...	2,80 (2)	2 » ..	2,80 (1)
9 » ..	1,55 (1)	4 » ...	3,20 (5)	3 » ...	2,45 (1)
		5 » ...	3,00 (1)	4 » ...	2,60 (1)
		6 » ...	2,25 (7)	5 » ..	2,95 (2)
		8 » ...	2,00 (2)		

Les épaisseurs sont les valeurs moyennes des déterminations faites au cours d'une même nuit et le chiffre entre parenthèses représente le nombre de ces déterminations. Suivant les circonstances, les spectres ont été pris entre 18^h et 2^h. Mais la date inscrite est toujours celle du début de la nuit.

Pour rechercher s'il existait une relation entre l'épaisseur d'ozone et l'origine de l'air, nous avons confronté les résultats avec les cartes publiées par le *Reichswetterdienst* de Breslau, qui font connaître l'origine des masses d'air couvrant l'Europe et la position des fronts qui les séparent. Il ne faut toutefois pas perdre de vue que ces cartes renseignent sur la nature de l'air au niveau du sol alors que l'altitude moyenne probable de l'ozone est de 20 à 30^{km}. La surface de séparation entre des masses d'air d'origine différente fait en général un angle très petit avec le plan horizontal (de l'ordre du degré), l'air le plus froid se trouvant au-dessous. Par conséquent lorsque Abisko se trouve, suivant la carte, dans une nappe d'air chaud il est très probable que l'ozone mesuré appartient à cette nappe d'air. Mais, inversement, pour pouvoir conclure avec quelque certitude que l'ozone est d'origine arctique il faut que Abisko se trouve au milieu d'une très vaste nappe d'air arctique, très loin du front polaire.

L'examen des cartes montre que, pendant la première période (du 27 décembre au 9 janvier) ainsi que les 24 et 25 janvier et du 6 au 8 février l'ozone mesuré se trouvait en général dans l'air chaud subpolaire. On voit que cet air contient de faibles quantités d'ozone : il n'est pas étonnant qu'il en soit ainsi d'après les travaux de Dobson, étant donné que cet air vient sans doute de basses latitudes.

Mais le phénomène le plus curieux est la brusque augmentation survenant le 26 janvier et coïncidant avec une très grande invasion d'air arctique s'étendant jusqu'en Espagne; cette grande épaisseur d'ozone semble bien

appartenir à l'air arctique. Le lendemain, de l'air subpolaire s'est substitué à l'air arctique et l'ozone a diminué pour croître de nouveau les jours suivants, l'air arctique recouvrant alors l'Atlantique Nord et toute la Scandinavie. L'air arctique serait donc très riche en ozone. Au cours de la troisième période (du 22 février au 5 mars) l'ozone semble appartenir la plupart du temps à de l'air froid subpolaire : cet air apparaît donc comme sensiblement moins riche en ozone que l'air arctique.

Cet ensemble d'observations est évidemment très insuffisant pour que l'on puisse en tirer des conclusions générales. Mais il semble indiquer que l'origine des couches stratosphériques peut être caractérisée par l'épaisseur totale d'ozone : s'il en est bien ainsi la mesure de cette épaisseur permettrait de déceler les déplacements de grandes masses stratosphériques. En second lieu le fait que la grande quantité d'ozone du 26 janvier semble provenir de régions situées très au nord de la zone aurorale soulève le problème de l'origine de cet ozone : il semble difficile de l'attribuer à la seule action des électrons auroraux.

BIOLOGIE FLORALE. — *Fécondation directe et fécondation croisée chez* Parnassia palustris *L.* Note de M. **Pierre Martens**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

La Parnassie des marais est, depuis Sprengel (1793), un matériel de choix en biologie florale et l'interprétation classique, relativement à sa pollination, peut se résumer en trois points : autogamie impossible par suite de protérandrie parfaite (période *mâle* séparée, dans le temps, de la période *femelle*), croisement obligatoire réalisé par les Diptères, longue série d'*adaptations entomophiliques* tendant d'une part à mieux interdire toute pollination directe, d'autre part à assurer et à favoriser le croisement.

Or des observations et des expériences réalisées en 1934 et 1935 m'ont permis d'établir un certain nombre de faits nouveaux, que je résume dans cette Note préliminaire :

1° le stigmate est déjà différencié, réceptif et occupé par de l'auto-pollen au cours de la période dite *mâle;* la protérandrie de la fleur est imparfaite.

2° sur le stigmate, précocement réceptif, l'auto-pollen est apporté surtout par des Thysanoptères, hôtes habituels de la fleur, insectes dont l'action

a été complètement méconnue. L'auto-pollination n'est pas limitée à la fin de la période *mâle*.

3° l'espèce est auto-fertile et les graines obtenues par pollination directe montrent des mérites *supérieurs* à celles issues de croisement, en ce qui concerne : le nombre de graines normales récoltées, le nombre de graines normales capables de germer, les dimensions des graines et les dimensions de l'embryon. Les résultats sont égaux ou légèrement supérieurs en ce qui concerne le délai de maturité du fruit et le délai de germination de la graine. *Aucun* des termes de comparaison n'est favorable au croisement.

Ces données de fait s'opposent, sur des points essentiels, à l'interprétation classique rappelée ci-dessus et un examen critique a permis en outre de démontrer que la plupart des dispositifs, considérés d'habitude comme *adaptifs* pour le croisement, n'ont pas cette valeur. Dans ces conditions, comment faut-il concevoir l'organisation florale de *Parnassia palustris*, au point de vue de ses adaptations à la pollination ?

1. En ce qui concerne son architecture et les détails de sa structure, la fleur paraît construite en vue de la pollination autogame.

2. La protérandrie, résultat d'un déséquilibre de croissance, contrarie l'autogamie sans l'interdire. Le croisement, aisément réalisé par les insectes, mais sans aucune *adaptation* particulière, apparaît donc comme *un correctif* de cet *accident*.

3. Puisque, dans les limites de l'expérimentation, les résultats de l'autogamie sont supérieurs à ceux du croisement, il n'est pas permis de dire que la nature *tend vers* la fécondation croisée comme vers un état *plus favorable* que maintiendra la sélection naturelle, conformément à la thèse classique de Darwin. Il est interdit, du même coup, de voir, dans la protérandrie elle-même, le résultat d'une tendance de la plante vers un état meilleur.

Sans doute ces résultats ne valent, strictement, que pour l'unique espèce étudiée et ils n'autorisent pas à remettre en cause l'ensemble du problème de la fécondation croisée et directe chez les Végétaux et celui des *adaptations* au croisement. Ils n'en apparaissent pas moins fort symptomatiques si l'on songe que cette espèce est un des exemples les plus classiques de ces adaptations et ils rejoignent ceux que nous avions obtenus en 1926 et 1928, sur un tout autre plan, pour plusieurs espèces d'Orchidées ([1]).

([1]) *Bull. Soc. R. de Botanique de Belgique*, **59**, 1926, p. 69; **60**, 1928, p. 109.

BOTANIQUE. — *Sur la précocité acquise et héritée à Rennes et à Alger, en* 1935 [1]. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Marin Molliard.

Je désire signaler quelques-uns des faits observés dans les trois groupes d'expériences que j'ai effectuées cette année.

Dans le groupe des cultures du *Lepidium sativum* sous châssis et en plein air, l'hérédité de la précocité acquise par la vie sous châssis, se manifeste encore en 14ᵉ génération à Rothamsted, à Rennes, à Marseille et à Alger.



Fig. 1.

La photographie ci-dessus, prise le 15 mai, à Rennes où les semis ont été faits le 4 mars, montre que cette précocité ne paraît pas s'atténuer. En effet, examinons les cultures représentées, en allant de droite à gauche; on y voit successivement les cultures en 14ᵉ, 13ᵉ et 12ᵉ génération en plein air après la vie sous châssis, puis la culture témoin toujours en plein air; ensuite viennent deux cultures en 2ᵉ génération, après quoi se voient deux cultures d'essai servant encore de témoins; enfin quatre cultures en 1ʳᵉ génération de plein air après la vie sous châssis. Entre ces premières générations et la 14ᵉ, il ne semble pas qu'il y ait de grosse différence.

Dans le groupe des cultures du *Lepidium sativum* toujours en plein air, mais à des latitudes différentes, comparons quelques cultures de Rennes et d'Alger faites en 1933, 1934 et 1935.

Le tableau des courbes ci-après nous montre l'allure de la croissance dans ces cultures que je désigne par les initiales des stations où elles ont vécu : A pour Alger et Re pour Rennes, en les plaçant par ordre chronologique et les accompagnant d'indices pour rappeler le nombre des générations développées à chaque station. Exemples : Re_8A est une culture ayant passé 8 générations à Rennes et 1 génération à Alger, la génération actuelle; A_9 est une culture d'Alger actuellement en 9ᵉ génération; A_6Re_3 désigne

(¹) Suite de plusieurs Notes parues dans les *Comptes rendus* depuis 1927.

une culture provenant de la 6ᵉ génération d'Alger et continuée à Rennes jusqu'à la 3ᵉ génération qui est la génération actuelle en 1935.

Ces courbes montrent que les graines qui ont quelques générations à à Alger donnent des plantes précoces à Rennes et même à Alger. A Rennes, depuis 1930, cette précocité paraît plus marquée quand le nombre des générations d'Alger est plus grand (quand m augmente dans la formule biologique générale $A_m B_n$).

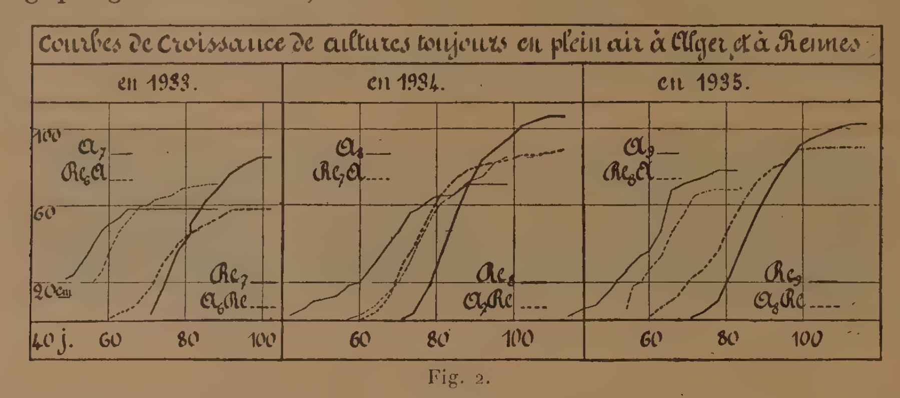


Fig. 2.

Dans les courbes de 1934, on voit que celles de Rennes sont beaucoup plus rapprochées de celles d'Alger que dans les deux autres années. Cela laisserait supposer que, pendant la période végétative, les différences des températures entre Rennes et Alger ont été, en 1934, moins grandes qu'en 1933 et qu'en 1935. C'est précisément ce que j'ai constaté en comparant les sommes des températures extrêmes d'Alger et de Rennes, qui m'ont été données par l'Office national météorologique.

Non seulement les graines de plantes cultivées à Alger, pendant quelques générations, semées à Rennes, y produisent des plantes précoces par rapport à celles qui ont toujours vécu à Rennes, mais encore la précocité s'y conserve et devient héréditaire. C'est ainsi que les cultures $A_8 Re$, $A_7 Re_{26}$, $A_6 Re_3$, $A_5 Re_4$, $A_4 Re_5$ et $A_3 Re_6$ sont précoces par rapport aux plantes Re_9, en 1935.

En ce qui concerne le groupe des expériences faites en plein air avec des semis en mars et fin avril, il faut attendre de nouvelles cultures pour avoir des faits correctement utilisables. Tout ce que je puis dire, en ce moment, c'est qu'avec les semis successifs faits le 4 mars et le 30 avril 1935, à Rennes, j'ai obtenu des cultures présentant une allure très comparable à celle des plantes qu'on a obtenues avec les semis simultanés du 4 mars à Rennes et à Alger.

AGRONOMIE. — *Détermination de la résistance d'un sol au passage d'outils aratoires.* Note de M. **Tony Ballu**, présentée par M. Pierre Viala.

J'ai créé une méthode ([1]) pour déterminer les résistances à l'adhérence et au roulement d'un sol en vue de la circulation à sa surface des différentes machines de culture et notamment des tracteurs.

La présente Note résume une nouvelle méthode que j'emploie pour déterminer les résistances internes des sols au passage des outils aratoires.

Cette méthode est basée sur l'emploi d'une machine spéciale appelée *tenacimètre* et composée en principe d'un bâti de charrue supporté par 4 roues et sur le milieu duquel est articulé librement un arbre solidaire de deux coutres étalons. Alors que la partie inférieure des coutres peut pénétrer dans le sol à des profondeurs réglables de 5 en 5^{cm}, la partie supérieure est reliée à un dynamomètre enregistreur qui note les résistances éprouvées par le passage de ces coutres étalons dans le sol.

Pour déterminer avant l'essai d'une machine aratoire quelconque (charrue, extirpateur, etc.) l'état de résistance d'un sol donné, on passe le tenacimètre à des profondeurs successives de 5 à 30^{cm}. On est ainsi à même de connaître la part de résistance due au sol dans l'effort total de traction nécessaire pour tirer la machine à l'essai à une profondeur déterminée, et par conséquent, de déduire la part de résistance incombant à la machine.

Après le labour exécuté par la machine à l'essai, on repasse le tenacimètre aux différentes profondeurs entre 5^{cm} et 30^{cm} pour enregistrer les nouvelles résistances et en déduire l'ameublissement dû au travail de la machine à l'essai.

Enfin le tenacimètre peut servir également à l'étude des profils et des angles d'attaque des différentes pièces travaillantes des machines de pseudo-labour (extirpateurs, scarificateurs, cultivateurs, diviseurs, etc.), il suffit pour cela de remplacer les coutres étalons par des pièces à l'étude et d'en faire varier l'angle d'attaque. En faisant passer ensuite le tenacimètre équipé à nouveau avec ces coutres étalons. On peut déduire la qualité du travail c'est-à-dire l'ameublissement donné par ces pièces travaillantes.

Cette machine se différencie de celles qui ont été proposées jusqu'à présent (bêche ou sonde dynamométrique) en ce qu'elle travaille horizon-

---

([1]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 676.

talement (comme une machine de culture et par conséquent, d'une façon continue) alors que les sondes fonctionnent verticalement et d'une façon discontinue.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'état physicochimique de l'hormone adrénalinique dans le sang.* Note de MM. **David Broun** et **H. Scheiner** présentée par M. Louis Lapicque.

De très nombreuses hypothèses ont été émises au sujet de la formation ou de la libération dans les appareils innervés par le sympathique d'une substance hypertensive adrénalinique au cours de l'excitation électrique de ce nerf ([1]). Nous rapportons dans cette Note quelques faits expérimentaux qui se rattachent indirectement à ce problème et qui permettront peut-être d'envisager la question de l'hormone sympathique sous un aspect différent.

Les expériences ont été effectuées avec les capsules surrénales fraîchement prélevées (chien et bovidés). La diffusion de l'hormone se fait, comme pour le principe ocytocique posthypophysaire ([2]), en plongeant les glandes incisées en plusieurs endroits pendant 24 heures à la température de la glacière soit dans le sérum normal correspondant, soit dans l'eau distillée, soit dans l'eau distillée acidulée au pH 3.5-4.0. On constate alors que le principe adrénalinique de la glande surrénale, probablement complexe ([3]), diffuse facilement dans tous ces liquides.

Injectés par la voie intraveineuse chez le chien chloralosé et atropinisé, ces liquides produisent de l'hypertension artérielle. Mais, alors que l'injection de deux derniers de ces liquides d'épuisement de la glande (eau distillée et eau acidulée) produit une hypertension de type adrénalinique, il n'en est pas de même pour l'injection du liquide obtenu avec le sérum et la glande dont l'injection produit une courbe d'hypertension de type différent.

L'élévation de la pression artérielle au lieu d'être brusque est progressive; l'apnée adrénalinique manque, de plus la durée de l'hypertension est beaucoup plus longue pour une quantité d'adrénaline correspondant à une hypertension de la même importance.

([1]) Cannon et Bacq, *Am. J. Physiol.*, **96**, 1931, p. 392; Cannon et Rosenblueth, *Ibid.*, **104**, 1933, p. 557.

([2]) Broun et Scheiner, *Comptes rendus*, *Soc. Biol.*, **99**, 1935, p. 1379.

([3]) Mouriquand et Leulier, *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 1353; Paget, *Journn. de Pharm. et de Ch.*, **13**, 1931, p. 617.

D'autre part, lorsqu'on ultrafiltre les trois liquides (sérum, eau distillée et eau acidulée) restés pendant 24 heures en contact avec les glandes surrénales incisées, on constate que, dans les deux derniers liquides, le principe adrénalinique est entièrement ultrafiltrable avec tous ses caractères physiologiques alors que dans le cas du sérum une petite fraction seulement passe à l'ultrafiltre et la majeure partie du principe adrénalinique reste dans le sérum où l'on constate les propriétés physiologiques spéciales rapportées ci-dessus (1).

Si l'on ajoute au sérum contenant le principe adrénalinique non ultrafiltrable soit du chlorure de calcium, soit des solvants lipidiques, tels que l'éther ou le benzène, il y a libération d'adrénaline ou de principe adrénalinique ultrafiltrable. De même l'acidification du sérum au pH 4.0-4.5 ou la dilution du sérum avec de l'eau distillée permet le passage du produit hypertenseur.

Nous ajouterons que si, avant de mettre le sérum en contact avec les glandes surrénales incisées, on modifie son état physicochimique soit en l'acidulant, soit en ajoutant un sel de calcium, soit enfin en le chauffant pendant une demi-heure à 55°, le principe adrénalinique diffuse dans le sérum mais reste entièrement ultrafiltrable.

Il ressort de ces expériences : 1° que le principe adrénalinique de la glande surrénale se fixe selon toute probabilité sur des constituants non ultrafiltrables du sérum;

2° que les modifications de l'état physicochimique du sérum telles que l'acidification, la dilution avec l'eau distillée ou le chauffage à 55° libèrent l'adrénaline ultrafiltrable ;

3° que l'excès d'ion Ca agit dans le même sens que les facteurs précités.

Nous croyons que ces données expérimentales permettent d'admettre qu'à côté du mécanisme de formation de la sympathine invoquée par Cannon et Bacq il existe un autre mécanisme de la libération de l'adrénaline de provenance surrénalienne. D'après cette hypothèse le principe hypertensif préformé dans la glande surrénale passerait dans le courant sanguin où il serait fixé sur le complexe protido-lipidique. Ces faits permettent des hypothèses assez précises sur le mode d'action encore bien obscur des nerfs sympathiques.

---

(1) Quant à l'adrénaline naturelle ou synthétique elle reste entièrement ultrafiltrable même après un contact très prolongé avec le sérum.

PHARMACOLOGIE. — *Étude quantitative des phénomènes de synergie. Potentialisation de l'action hypnotique chez la souris.* Note [1] de Mlle **Laïa Olszycka**, présentée par M. Charles Achard.

Il a été observé [2] que l'utilisation simultanée de plusieurs médicaments permet de provoquer des phénomènes de synergie (potentialisation). Me proposant d'entreprendre l'étude du mécanisme de l'action des associations médicamenteuses [3], c'est aux associations d'hypnotiques que je me suis adressée, non seulement parce que le test utilisé est particulièrement net et peut être traduit quantitativement, mais encore parce qu'un certain nombre d'hypnotiques (alcool, chloral) se prête à des microdosages chimiques précis.

Dans cette première Note, je montrerai seulement que les phénomènes de potentialisation de l'action hypnotique provoquée par l'emploi, chez la souris, des associations alcool-acide éthylbutylbarbiturique sont, au moins pour certaines d'entre elles, particulièrement importants et permettront par la suite une étude du mécanisme d'action de cette association.

J'ai déterminé la durée du sommeil soit pour des doses croissantes d'alcool injectées dans la veine de la queue de la souris [4], sous la forme d'un soluté isotonique glucosé alcoolique à 15 pour 100 (courbe **1**), soit pour des doses croissantes d'une solution bicarbonatée à 1/200 d'acide éthylbutylbarbiturique (courbe **2**), soit pour des associations, en quantités variables, de ces deux substances (courbes 3, **4**, 5).

Les trois groupes d'associations utilisés sont les suivants :

1° associations de $1^{mg},6$ d'alcool par gramme (57 pour 100 de la dose minimum active) et de quantités croissantes d'acide éthylbutylbarbiturique variant de $0^{mg},04$ (67 pour 100 de la dose minimum active) à $0^{mg},065$ par gramme (dose minimum active) (courbe 3);

2° associations de $2^{mg},4$ d'alcool par gramme (86 pour 100 de la dose minimum active) et de quantités croissantes d'acide éthylbutylbarbiturique comprises entre 0,03

---

(1) Séance du 21 octobre 1935.

(2) W. Storm van Leeuwen, *Pflüger's Arch. f. ges. Phys.*, 166, 1917, p. 65; 174, 1919, p. 120; J. W. Le Heux, *ibid.*, 174, 1919, p. 105; E. Bürgi, *ibid*, 147, 1922, p. 275; *Z. f. allg. Physiol.*, 14, 1912, p. 39 et 65; ***Z. f. exp. Path. u. Therap.***, 8, 1911, p. 523.

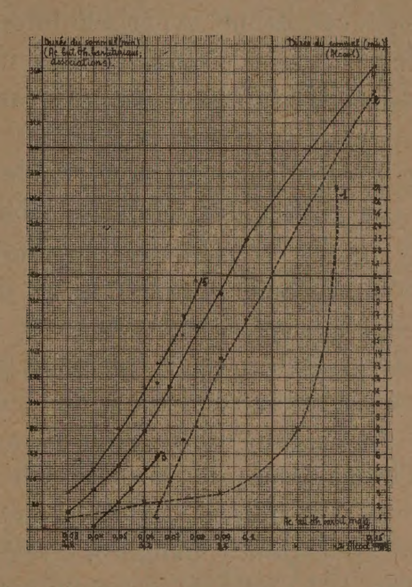
(3) Il s'agira ultérieurement de montrer si ces phénomènes de synergie sont accompagnés de modifications de la sensibilité ou de la perméabilité cellulaire.

(4) Des résultats parallèles sont obtenus sur le rat; ils seront publiés ultérieurement.

(46 pour 100 de la dose minimum active et $0^{mg},15$ (231 pour 100 de la dose minimum active) par gramme (courbe 4);

3° associations de $3^{mg},2$ d'alcool par gramme (114 pour 100 de la dose minimum active) et de quantités croissantes d'acide éthylbutylbarbiturique comprises entre 0,03 (46 pour 100 de la dose minimum active) et $0^{mg},09$ (138 pour 100 de la dose minimum active) par gramme (courbe 5).

En ce qui concerne ces associations, j'ai calculé, pour chaque dose utilisée, le quotient de la durée du sommeil produit par l'association (chiffre expérimental), par la



somme des durées de sommeil produit par chacun des hypnotiques employé seul (chiffre théorique); j'ai donné à ce quotient le nom de coefficient de potentialisation. Dans le cas le plus favorable, c'est-à-dire dans l'association de $3^{mg},2$ d'alcool par gramme et de $0^{mg},03$, $0^{mg},04$, $0^{mg},05$, $0^{mg},06$ et $0^{mg},065$ d'acide éthylbutylbarbiturique par gramme, les coefficients de potentialisation atteignent les valeurs de 14,5; 23,5; 40; 56 et 11,9.

Ces résultats montrent : 1° qu'une association de doses inactives d'hypnotiques peut produire un sommeil variant de 2 à 78 minutes, suivant les proportions utilisées dans ces associations; 2° que l'association de doses actives d'hypnotiques produit un sommeil dont la durée peut être nettement supérieure à celle de la somme des durées de sommeil produit par chaque substance utilisée seule; 3° que le coefficient de potentialisation est le plus souvent d'autant plus considérable que les doses d'hypnotiques utilisées sont plus faibles.

RADIOLOGIE MÉDICALE. — *Action et dose hémolytiques des rayons* X. Note de MM. **Anatole Rogozinski** et **Baruch Samuel Levin**, présentée par M. Charles Achard.

Continuant les recherches sur l'action lytique des rayons X sur le sang [1] nous avons déterminé en unités *r* la dose nécessaire pour l'hémolyse totale dans différentes conditions expérimentales.

Pour une intensité de 850 *r* par seconde, en particulier, l'hémolyse totale survient après 26 minutes d'irradiation, ce qui correspond à 1300000 *r* (à 10 pour 100 près).

On met d'autre part en évidence un phénomène de *lyse amorcée*, qui consiste en ce que la suspension des hématies, soustraites à l'action du rayonnement, après y avoir été soumise pendant un certain temps, continue à lyser avec un rythme d'autant plus accéléré, que la dose administrée au début se rapprochait davantage de la dose hémolytique.

Le sang, provenant de plusieurs sujets normaux mâles, âgés de 30 ans, était défibriné et dilué à 5 pour 1000 dans une solution de 8 pour 1000 de NaCl. Une goutte de ce sang dilué était déposée dans une cellule hématométrique de Thoma, remplie entièrement et recouverte d'une lamelle en verre de $0^{mm},1$ d'épaisseur. La cellule était scellée à la paraffine afin d'éviter toute évaporation. L'hématomètre était placé ensuite dans une position horizontale, la lamelle de verre tournée vers le bas, contre la fenêtre du tube, le rayonnement étant dirigé de bas en haut.

On s'est servi du rayonnement non filtré d'un tube à anticathode de Cu, muni d'une fenêtre en aluminium de 10^{μ} d'épaisseur et de 8^{mm} de diamètre, et fonctionnant sous 27 kV avec 25 mA, la préparation étant placée à une distance de 42^{mm} du foyer.

Les mesures absolues de la dose s'effectuaient à l'aide d'une chambre d'ionisation spécialement conçue pour le genre de rayonnement utilisé [2]. On a trouvé que le tube à rayons X donnait 2500 *r* par seconde au niveau de la fenêtre. Mais la lamelle de verre ne laissant passer qu'environ 30 pour 100 du rayonnement, la suspension recevait ainsi 850 *r* par seconde approximativement.

Ajoutons que, la profondeur de la cellule hématométrique n'étant que $0^{mm},1$ et que, d'autre part, les hématies se déposant au voisinage

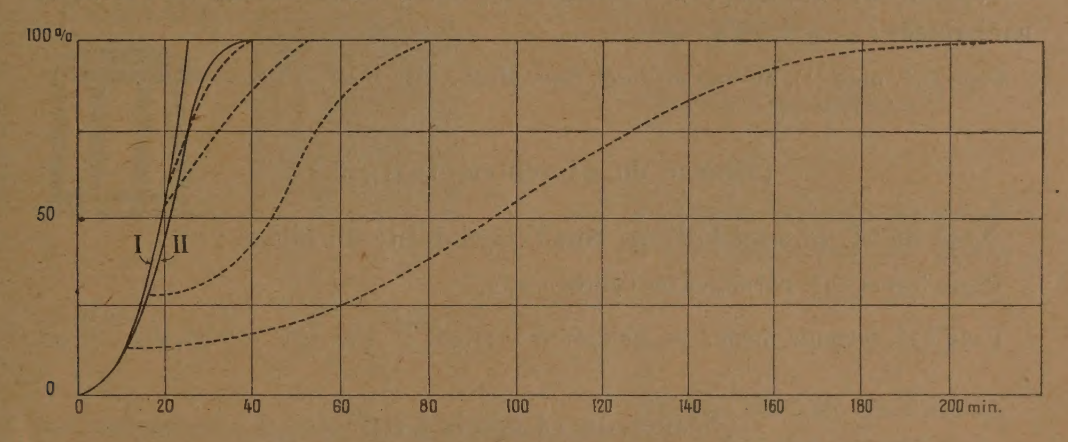
---

(1) B.-S. Levin et C. Piffault, *C. R. Soc. Biol.*, **116**, 1934, p. 1324.

(2) A. Rogozinski, *Journ. de Radiol. et d'Électrol.* (sous presse).

immédiat de la lamelle, aucun compte n'était tenu de l'absorption du rayonnement par le liquide.

Comptant les hématies qui demeuraient visibles dans le champ du microscope, on a porté en abscisses la durée de l'irradiation et en ordonnées le pourcentage des hématies lysées. La courbe I est celle du sang irradié *sans interruption* jusqu'à l'hémolyse complète. Elle est établie en soumettant successivement différents échantillons du même sang à des irradiations de durée croissante de 5 jusqu'à 26 minutes. La courbe II est celle d'un échantillon du même sang, irradié jusqu'à l'hémolyse complète, mais avec des inter-



ruptions juste nécessaires pour effectuer la numération des hématies. Ces interruptions ont pour effet : 1° de modifier l'allure de la courbe d'hémolyse, et 2° d'accroître sensiblement la dose hémolytique. Les courbes en traits interrompus donnent l'évolution de la *lyse amorcée* à partir des irradiations initiales variables.

Notons également que, si l'on irradie une petite partie centrale de la préparation, le reste étant protégé contre le rayonnement par un écran en plomb, on constate que l'hémolyse se fait uniquement dans la partie exposée au rayonnement : cette partie apparaît nettement séparée du reste de la préparation demeurée intacte.

La forme des courbes obtenues, et plus particulièrement le phénomène de la *lyse amorcée*, semblent révéler l'intervention de certaines substances lytiques ou antilytiques qui se forment sous l'action du rayonnement responsable des phénomènes observés. Ces substances font actuellement l'objet d'études complémentaires.

La séance est levée à 15h55m.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 9 septembre 1935.)

Note de M. *Paul Lévy*, La loi forte des grands nombres pour les variables enchaînées :

Page 494, note (1), au lieu de *Bull. Soc. Math.*, lire *Bull. Sciences Math.*

(Séance du 23 septembre 1935.)

Note de M. *Gabriel Valensi*, Sur l'oxydabilité du nickel :

Pages 523 et 524, permuter les figures 1 et 2.

Page 524, formule finale, *au lieu de* $n = 11{,}46^{-\frac{11\,210}{T}}\sqrt{t}$, *lire* $n = 11{,}46e^{-\frac{11\,210}{T}}\sqrt{t}$.

(Séance du 14 octobre 1935.)

Note de M. *F. Bourion* et Mlle *O. Hun*, Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions du nitrate de sodium :

Page 661, ligne 4 en remontant, *au lieu de* K_3 moyen est 5,073, *lire* K_3 moyen est 3,507.

(Séance du 21 octobre 1935.)

Page 699, ligne 10, *au lieu de* par G. Senevet, Correspondant de l'Académie, dont M. **Edmond Sergent**, ..., *lire* par G. Senevet, dont M. **Edmond Sergent**, Correspondant de l'Académie, ...